ASTRONOMIE

PENTRU CLASA VII-a

PENTRU LICEE, ŞCOLI NORMALE, SEMINARII

DE

N. ABRAMESCU
PROFESOR LA UNIVERSITATEA DIN CLUJ

EDIŢIA XI-a REVĂZUTĂ ŞI ADĂUGITĂ

APROBATĂ DE MINISTERUL EDUCAŢIEI NAŢIONALE CU ORDINUL No. 57
DIN 19 FEBRUARIE 1935



COPERNIC



Taxa timbrului didactic de 5% pentru acest manual s'a plătit direct
Casei corpului didactic, conform deciziunei No. 3660/933

EDITURA „CARTEA ROMÂNEASCĂ", BUCUREŞTI

27977—1—939

LUCRĂRI DIDACTICE

de N. ABRAMESCU

1. **Algebra pentru cl. IV** *a Liceelor, Şcoli Normale, Seminarii*, de *Manicatide*, revăzută şi adăugită în întregime.
2. **Algebra pentru cl. V** *a Liceelor, Şcoli Normale, Seminarii*, de *Manicatide*, revăzută şi adăugită în întregime
3. **Algebra pentru cl. VI** *a Liceelor, Seminarii, Şcoli Normale.* care conţine şi *Tabele de dobânzi compuse, anuităţi, amortismente*
4. **Trigonometria** *cu Aplicaţii la Agrimensură şi Statică pentru* **cl. VI** *a Liceelor, Seminarii, Şcoli Normale.*
5. **Algebra superioară** şi cu *Aplicaţii la Cinematică pentru* **cl. VII**, *secţia ştiinţifică.*
6. **Astronomia pentru cl. VII** *a Liceelor, Seminarii, Şcoli Normale.*
7. **Algebra superioară pentru cl. VIII**, *secţia ştiinţifică.*
8. **Geometria Analitică pentru cl. VIII**, *secţia ştiinţifică.*
9. **Mecanica pentru cl. VIII**, *secţia ştiinţifică.*
10. **Tratat complimentar de Algebră (fosta Algebră de cl. V. reală)** de *Manicatide*, revăzută şi adăugită în întregime pentru Licee militare, Licee industriale, Şcoli de conductori, Şcoli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Şcoli Politehnice, etc.
11. **Artimetica raţionată (fostă de cl. V reală)**, în colaborare cu D-l Prof. Gr. Orăşanu, pentru Licee militare, Licee industriale, Şcoli de conductori, Şcoli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Şcoli Politehnice, etc.
12. **Algebra pentru cl. VI** *comercială*, cu Tabela de dobânzi compuse.
13. **Algebra Financiară** pentru **cl. VII** comercială, cu Tabele de dobânzi compuse, anuităţi, amortismente.
14. **Lecţiuni de Geometrie Analitică** urmate de *Introducerea elementară în studiul analitic al Geometriilor Neeuclidiene şi Noţiuni elementare de Geometrie vectorială* (Editura Universităţii Cluj).
15. **Lecţiuni de Geometrie pură infinitezimală** (Editura Universităţii Cluj).

PREFAȚĂ

Inceputurile Astronomiei sunt tot atât de vechi ca şi omul. Din timpurile cele mai depărtate, au fost folosite pentru nevoile vieţii, mişcarea aparentă a Soarelui şi figurile neschimbate ale constelaţiilor. Din necesitatea de a avea aceste cunoştinţe s'au născut şi desvoltat celelalte ştiinţe, mai ales Mecanica, Fizica, Matematicile.

Astronomia a adus, în special Fizicei, o contribuţie permanentă şi neîntrecută în ultimul timp, referitor la constituţia materiei; mai ales că aceste probleme sunt studiate în Astronomie, în laboratorul măreţ care este Universul, laborator unde sunt condiţii imposibil de realizat pe Pământul nostru. In adevăr, suprafaţa vizibilă a unor stele este la o temperatură de peste 40.000 de grade, pe când temperatura pe Pământ abia a ajuns la 10.000 de grade.

Noţiuni din aceste noui rezultate ale Astrofizicei am expus în prezenta lucrare; de aceea am tratat sub o formă redusă celelalte părţi, unele de specialitate. Dar ştiinţa evoluiază ca şi viaţa, pentru ale cărei nevoi trebue să avem cunoştinţe generale în toate direcţiile; de aceea s'a rezervat în învăţământ aşa de puţin timp pentru Astronomie. Totuşi, trebuind a fi făcută destul de multă materie, pentru a uşura acest studiu, am expus-o pe lecţii. Dar cartea pare şi aşa prea mare, din cauza multor clişee, şi a celor expuse cu literă mică pentru cei care doresc să-şi înmulţească cunoştinţele (1).

Mulţumesc Casei *Cartea Românească* pentru stăruinţa depusă, ca lucrarea să apară cât mai bine şi mai atractiv.

N. ABRAMESCU

---

(1) Se mai pot consulta următoarele tratate de care m'am servit: *Description du Ciel* de *A. Danjon*; *L'Astronomie* de *A. Lambert*; *Astrophysique* de *Bosler*; *L'évolution de l'Astrophotografie et les grands télescopes* de *G. W. Ritchey*; *Les étoiles dans leurs courses de James Jeans*; *Dix leçons d'Astronomie* de *E. Esclangon*; *Le soleil* de *G. Bruhat*; *Dans le champs solaire* de *P. Couderc*; *Précis d'Astronomie* de *P. Stroobant*; *L'Architecture de l'Univers* de *P. Couderc*; *Univers* 1937 de *P. Couderc*; *Astronomie de E. Esclangon, J. Baillaud, E. Paloque, L. d'Azambuja, A. Danjon, G. Rougier, F. Baldet, A. Couder*; *Parmi les étoiles* de *P. Couderc* (1938); *Les étoiles* de *G. Bruhat* (1939); *Bulletin de la Société astronomique de France.*

ASTRONOMIE

de N. ABRAMESCU

ASTRONOMIE SFERICA

BOLTA CEREASCĂ. MISCAREA DIURNĂ

I. 1. **Stele**. Fotografiile cerului ne arată că, în afară de stele, se mai văd un mare număr de pete alburii, numite *nebuloase*, care au enorme întinderi, şi sunt situate la depărtări foarte mari de noi. La o vreme foarte depărtată, materia s'a condensat şi formează mulţimea nesfârşită de stele. *Soarele* este una din aceste miliarde de stele. Soarele, *planetele*, printre care se numără şi Pământul, cu *sateliţii* lor, împreună cu *cometele*, formează *sistemul solar*. Stelele pe care le vedem, constitue o nebuloasă numită *Galaxia*, analoagă cu celelalte nebuloase compuse din miliarde de stele, şi care sunt răspândite în Univers.

Astronomia studiază depărtările, mişcările, mărimile, aşezarea şi constituţia fizică a stelelor, a Universului.

2. **Sfera cerească**. Pentru a studia cu uşurinţă poziţia stelelor, vom considera o sferă ideală cu raza foarte mare, având centrul T în ochiul observatorului (Fig. 1). Pe aceasta se proectează poziţiile stelelor şi se numeşte *sferă cerească*.

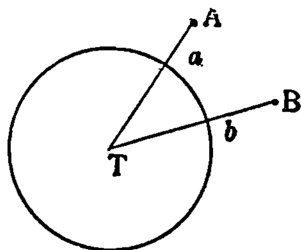


Fig. 1.

Ca poziţii ale stelelor A, B (Fig. 1), vom considera punctele *a*, *b*, unde razele vizuale TA, TB taie sfera cerească. Unghiul AOB se zice *distanţa unghiulară* a acestor stele.

3. **Verticală. Zenit. Orizontul locului**. Zenitul locului este punctul verticalei deasupra capului observatorului. Planul dus

prin ochiul observatorului, perpendicular pe verticală, este orizontul locului.



Fig. 2. Nebuloasă din Ofiucus, La stânga o stea din Scorpionul (asemănător cu ochiul omenesc) ; jos roiuri de stele (Fotografie E. Barnard, Institutul Carnegie).

4. Mişcarea diurnă. Observând cerul o noapte întreagă, vedem cum stelele răsar la orizont, se ridică până la o înălţime.

apoi coboară şi dispar. Sunt unele care nu dispar şi steaua Polară pare nemişcată. Mişcarea aceasta generală a stelelor este *mişcarea diurnă* şi pare că stelele ar fi fixate pe sfera cerească şi aceasta s'ar învârti în jurul unei axe, numită *axa lumii*, care trece prin ochiul observatorului şi printr'un punct foarte aproape de steaua Polară. Această mişcare este aparentă şi este datorită faptului că Pământul se mişcă în jurul axei sale.

Legile mişcării diurne sunt: 1) *orice stea pare că descrie în mişcarea sa diurnă un cerc perpendicular pe axa lumii*; 2) *mişcarea aparentă a stelelor pe sferă cerească este uniformă şi timpul în care se face rotaţia completă este acelaşi pentru toate stelele*; 3) *mişcarea se face dela răsărit la apus* (cum arată săgeţile în fig. 3).

5. Axa lumii. Poli. Ecuator ceresc. Paraleli cereşti. Diametrul sferei cereşti în jurul căruia pare că se învârtesc stelele, se numeşte *axa lumii*. Punctele, unde această axă întâlneşte sfera, se numesc *poli*, cel care se vede în Europa, se zice polul nord, iar cel opus, polul sud. Cercul mare al sferei cereşti, al cărui plan e perpendicular pe axa lumii, se zice *ecuator ceresc*. El împarte sfera cerească în emisfera boreală, care cuprinde polul nord, şi emisfera australă, care cuprinde polul sud.

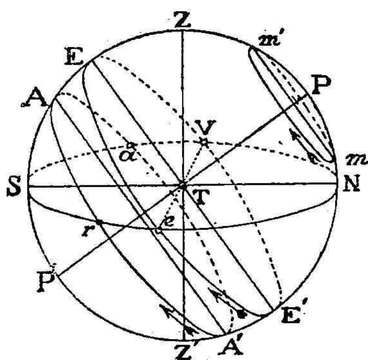


Fig. 3.

In fig. 3 T este Pământul redus la un punct în centrul sferei cereşti; TZ verticala locului de observaţie, PP' axa lumii, EE'V ecuatorul şi NVS*e* orizontul locului.

Cercurile mici ale sferei cereşti, paralele cu ecuatorul, se zic *paraleli cereşti*; centrele lor sunt pe axa lumii, iar planele lor sunt perpendiculare pe axă. Ele reprezintă drumurile aparente descrise de stele în mişcarea diurnă. Toate punctele unui paralel sunt la aceiaşi depărtare de poli. Dacă o stea A descrie un paralel care taie orizontul (Fig. 3), punctul *r* care coincide cu momentul când steaua apare la orizont, este răsăritul stelei, iar punctul *a* unde steaua A dispare la orizont, se zice apusul stelei. Stelele, cum ar fi *m*, care descriu paralele ce nu taie orizontul, se zic *stele circumpolare* pentru locul de observaţie.

6. Meridianului locului. Stelele luând parte la mişcarea diurnă, se ridică până la o poziţie, cea mai înaltă, ceeace este meridianul locului. Acesta este un plan de simetrie faţă de poziţiile stelelor, când au înălţimi egale, întâi când se ridică şi apoi când se coboară. Meridianul trece prin axa lumii şi verticala locului. In cazul figurii 3, este planul PZSP'N şi taie orizontul după dreapta NTS, care se zice meridiană.

7. **Orientarea observatorului. Punctele cardinale.** Meridiana prelungită întâlneşte sfera cerească în două puncte N şi S (Fig. 3); cel dinspre polul nord, N, se numeşte *nord*, iar cel opus, S, se numeşte *sud*. Perpendiculara pe meridiană, dusă în planul orizontal, prin locul unde se află observatorul T, determină alte două puncte (Fig. 3) *e* şi V; cel din dreapta, *e*, când stăm cu faţa spre nord, se numeşte *est*, răsărit, celalt V, *vest*, *apus*. Aceste patru puncte, *nord*, *sud*, *est* şi *vest*, se zic *puncte cardinale*. Când cunoaştem direcţia unuia din aceste patru puncte, putem cunoaşte pe toate celelalte şi atunci se zice că suntem *orientaţi*. Pentru a ne orienta, de obicei căutăm direcţia nordului.

Astronomia este o ştiinţă foarte veche, după cum arată documentele rămase dela Caldeeni, Egipteni. Piramidele au fost orientate (4200 în. Cr.) după punctele cardinale, deci cunoşteau determinarea meridianului locului.

8. Sensul mişcării diurne este retrograd (ca acele unui ceas, cum arată săgeţile din fig. 3). Sensul opus se zice direct (invers. ca acele unui ceas).

Pentru a vedea mişcarea diurnă, observatorul trebue să stea cu spatele spre steaua Polară, şi atunci va vedea cum stelele răsar la orizont, se ridică în faţa sa dela stânga la dreapta, până la o poziţie cea mai înaltă, care este meridianul locului, apoi se coboară pentru a dispărea către apus.

COORDONATE CEREŞTI. COORDONATE ORIZONTALE.

9. **Coordonate orizontale. Azimutul. Distanţa zenitală.** Presupunând observatorul aşezat în T (Fig. 4), fie TZ verticala şi HH' orizontul locului. Fie A o astră şi ZTA planul vertical al astrei. **Distanţa zenitală** a stelei A este unghiul *z* format de raza vizuală TA, îndreptată spre stea, cu verticala TZ.

Inălţimea stelei deasupra orizontului este unghiul h pe care îl face raza vizuală TA cu planul orizontului. Distanţa zenitală şi înălţimea unei stele sunt complimentare, adică

$$z+h=90^0.$$

Prelungind planul orizontului şi planul vertical al stelei A, ele vor tăia sfera cerească după câte un cerc mare (Fig. 4). Distanţa zenitală z va avea aceeaşi măsură ca şi arcul ZA, iar înălţimea h se măsoară cu arcul aA.

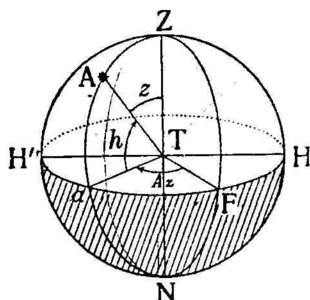


Fig. 4.

Distanţa zenitală ZA$=z$ se măsoară începând dela zenit, dela 0^0 la 180^0, pe semicercul ZAN. Inălţimea aA se socoteşte dela 0^0 la 90^0, începând dela orizont.

Azimutul unei stele A (Fig. 4) este unghiul format de planul vertical ZTA al stelei cu un plan vertical fix ZTF. Insemnând cu Ta şi TF urmele pe planul orizontului, al planului vertical al stelei şi al planului vertical fix, azimutul stelei A este unghiul FTa, care se măsoară cu arcul Fa, începând dela originea F, într'un sens convenabil ales, şi în general dela 0^0 la 360^0, pe cercul orizontal HFH'.

Se alege, în general, ca origine a azimutului punctul Sud, S (Fig. 3), al orizontului locului, şi se socoteşte dela 0 la 360^0, în sensul miscării diurne. Astfel, azimutul punctului V (Vest) (Fig. 3) este 90^0; acela al Nordului N (Fig. 3) este 180^0; azimutul punctului Est, e, este 270^0. Se socoteşte deasemenea azimutul dela 0^0 la 180^0, în cele două sensuri, fie plecând dela punctul Sud, fie dela punctul Nord.

Azimutul şi distanţa zenitală, sau azimutul şi înălţimea determină poziţia stelei pe sfera cerească, adică ele constituesc un sistem de coordonate sferice.

Aceste *coordonate* se zic *orizontale*, fiindcă poziţia stelei este raportată la planul orizontal. Astfel, poziţia stelei A (Fig. 4) este determinată pe sfera cerească, dacă se cunosc azimutul $\sphericalangle$FTa şi distanţa zenitală $z=\sphericalangle$ZTA, măsurate cu arcele Fa şi ZA, în sensurile expuse mai sus.

Azimutul şi distanţa zenitală se măsoară cu ajutorul *teodolitului* (Fig. 5). El se compune: 1) dintr'un cerc C' (Fig. 6), orizontal gradat, în centrul căruia este fixată o axă verticală. 2) Dintr'un cerc vertical C (Fig. 6), deasemenea gradat, care se învârteşte în jurul acestei axe; de acest cerc este fixat un indicator *i*, care se mişcă pe planul cercului C'; urma A*i*, pe care o lasă acest indicator pe planul cercului C', este urma planului cercului C pe planul cercului C'. 3) O lunetă L (Fig. 6), care se poate mişca pe cercul vertical, mobilă în jurul centrului acestui cerc.

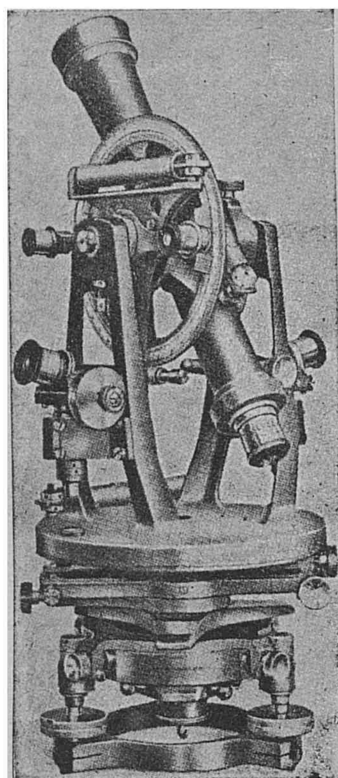


Fig. 5.

Să presupunem că cercurile teodolitului sunt astfel aranjate, că cercul C' este orizontal; că zero al cercului orizontal se află în faţa indicatorului *i* când luneta este îndreptată către originea azimuturilor. Pentru a măsura coordonatele orizontale ale unei stele, îndreptăm luneta astfel ca imaginea stelei să vină în centrul lunetei. Unghiul DAD' (Fig. 6) determinat de indicatorul *i* cu o direcţie fixă AF, unghiu pe care îl citim pe cercul orizontal, este azimutul; iar unghiul ZBL, citit pe cercul vertical, este distanţa zenitală a stelei.

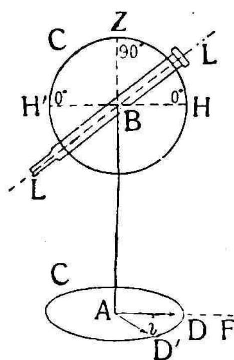


Fig. 6

10. Determinarea meridianului unui loc. I. *Metoda înălţimilor egale.* Să alegem o stea când se ridică, şi să fixăm luneta teodolitului pe cercul vertical. Fie D (Fig. 7) punctul care corespunde diviziunii de pe cercul orizontal, în dreptul căreia se găseşte indicatorul în acest moment. Steaua ese din câmpul lunetei, se ridică până ajunge la poziţia cea mai înaltă, când ajunge

la meridian, apoi se coboară. Invârtim cercul vertical al teodolitului, fără să schimbăm înclinarea lunetei care rămâne fixată pe cercul vertical, până când steaua coborându-se, va fi din nou văzută în lunetă, adică ajunge în A', la o înălţime egală cu aceea din A (Fig. 7) în care se afla când am văzut-o întâia dată.

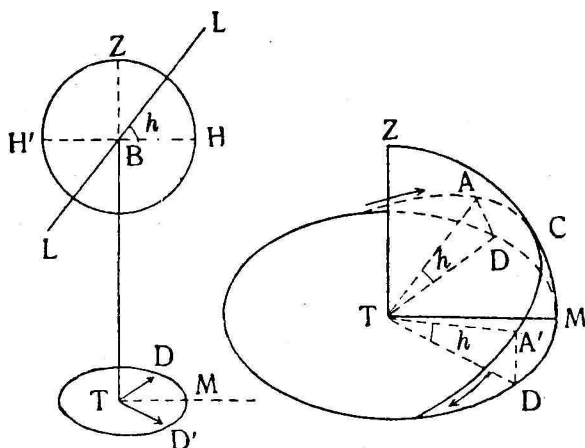


Fig. 7

In acest moment citim diviziunea D', în dreptul căreia se va găsi indicatorul pe cercul orizontal. Meridianul este un plan de simetrie faţă de poziţiile stelelor cu aceeaşi înălţime, odată când se ridică, şi apoi când se coboară. Deci direcţia meridianului este bisectoarea TM (fig 7) a unghiului format de cele două direcţii OD şi OD' şi se obţine luând semisuma celor două citiri pe cercul orizontal, când o stea are aceeaşi înălţime (sau aceeaşi distanţă zenitală).

II. *Metoda culminaţiei.* Meridianul locului se mai poate determina, observând că în momentul când stelele ajung la meridian, ele au înălţimea cea mai mare, sau cum se mai zice meridianul este locul de culminaţie al stelelor. Se va urmări cu teodolitul o stea când se ridică deasupra orizontului, şi când înălţimea ei este cea mai mare, atunci indicatorul teodolitului va arăta direcţia urmei pe orizont a planului meridian al locului.

Aducând cercul vertical al teodolitului în această poziţie şi lăsând luneta liberă în cercul vertical, vom putea observa numai stele când trec la meridianul locului.

In antichitate se determina meridianul locului, cu *gnomonul*, compus dintr'un plan orizontal P (Fig. 8), pe care se fixează o vergea verticală AB; pe planul orizontal se trag mai multe cercuri cu centrul în B. Când Soarele luminează vergeaua dintr'o parte, ea aruncă o umbră în partea opusă. Când Soarele este pentru observator în poziţia cea mai înaltă, adică la meridian, umbra este cea mai scurtă, de ex., B*m* (Fig. 8); atunci planul AB*m* este chiar planul meridian al locului, iar B*m* este *meridiana*. Astfel se determină meridianul prin culminaţia Soarelui.

Fig. 8.

Dacă într'un moment oarecare, înainte de amiazi, umbra ar fi Bc, după amiazi, Soarele coborându-se, va ajunge la o înălţime egală, şi va da o umbră egală B*d*. Bisectoarea unghiului *c*B*d* va fi meridiana, iar planul AB*m*, ce trece prin verticala AB şi prin meridiana, va fi chiar planul meridianului.

II. 11. Determinarea înălţimii polului. Ca să aflăm direcţia axei lumii, sau a polului, trebue să găsim unghiul pe care-l face cu orizontul, adică înălţimea polului deasupra orizontului.

Insemnând cu C şi C′ (Fig. 9) cele două treceri ale unei stele circumpolare la meridianul locului, avem

$$HP = HC + CP,$$
$$HP = HC' - PC'.$$

Fig. 9.

Adunând şi observând că $CP = P'C$, obţinem

$$2HP = HC + HC',$$

$$HP = \frac{HC + HC'}{2}.$$

Inălţimea HP a polului deasupra orizontului este deci determinată, căci HC şi HC′ sunt complimentele distan-

ţelor zenitale ZC şi ZC′ care se cunosc cu ajutorul teodolitului [1].

Dacă am voi să avem distanţa zenitală a polului, adică ZP, vom lua complimentul înălţimii, adică

$$ZP = 90^0 - HP.$$

Inălţimea polului deasupra orizontului are multă importanţă în observaţiile astronomice. Vom vedea că ea este egală cu latitudinea geografică a locului. Inălţimea polului la Paris este de 48° 50′ 10″, iar la Bucureşti este de 44° 25′ 28″.

Am determinat meridianul locului şi înălţimea polului pentru un loc după uscat. Pentru un loc pe ocean (pe apă), vom vedea cum se determină cu un alt instrument, *sextantul*.

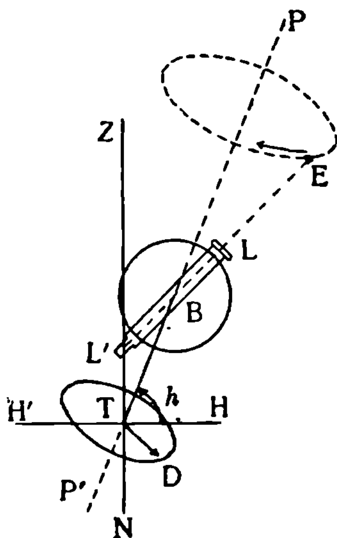


Fig. 10.

12. Ecuatorialul. După ce am determinat meridianul în locul de observaţie şi direcţia polului, să aşezăm un teodolit astfel ca axa lui, să fie îndreptată către pol, adică să coincidă cu axa lumii. Aceasta se obţine, dând axei verticale a teodolitului o înclinare pe orizont egală cu înălţimea *h* a polului deasupra orizontului. Atunci cercul care era orizontul, va coincide cu ecuatorul ceresc şi instrumentul astfel aşezat poartă numele de *ecuatorial* (Fig. 10) Dacă cu acest instrument vizăm o stea şi dacă fixăm luneta pe cercul B, vedem că putem urmări steaua în mişcarea ei învârtind numai cercul B în jurul axei TP, fără a schimba înclinarea lunetei pe axă.

13. Timp sideral. Ziua siderală. *Zi siderală* este timpul care trece din momentul când o stea se află la meridianul locului până ajunge iarăşi la acelaşi meridian. Acest timp am văzut că este acelaşi pentru toate stelele şi este timpul

[1] Aci nu se ţine seamă de refracţie, despre care vom vorbi mai departe.

în care se învârteşte aparent sfera cerească în jurul axei lumii. *Ziua siderală este de fapt durata de rotaţie a Pământului în jurul axei sale* şi are 23 ore 56 minute timp mijlociu dat de ceasurile noastre. Ziua siderală se împarte în 24 ore siderale, ora siderală în 60 minute siderale şi minuta în 60 secunde siderale.

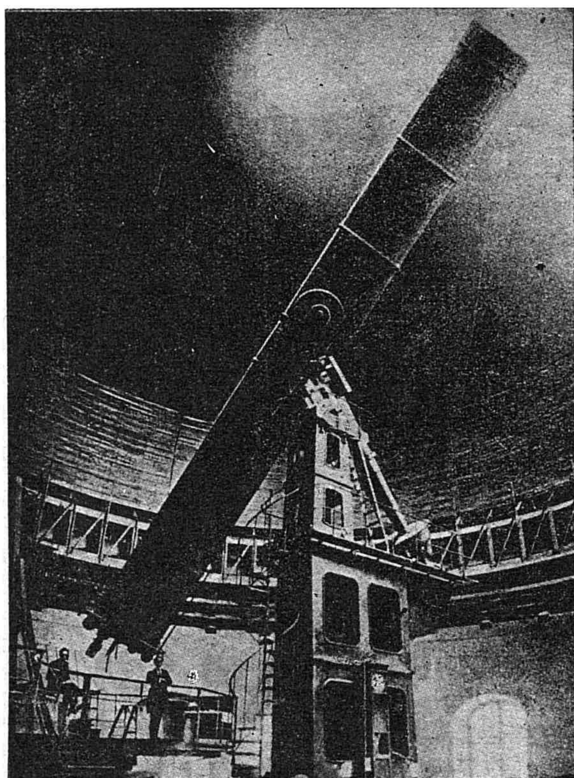


Fig. 11. Marele Ecuatorial dela Observatorul din Meudon (Franţa) cu diametrul de 83 centimetri.

Dacă am potrivit o pendulă ca să meargă 24 ore în timpul unei zile siderale, ea se numeşte *pendulă siderală* şi timpul arătat de această pendulă se numeşte *timp sideral*. S'a făcut învoiala ca ziua siderală să înceapă în momentul când un punct anumit de pe ecuator, numit *punct vernal*, trece la meridianul locului. Atunci pendula trebue potrivită să arate 0 ore, 0 minute şi 0 secunde.

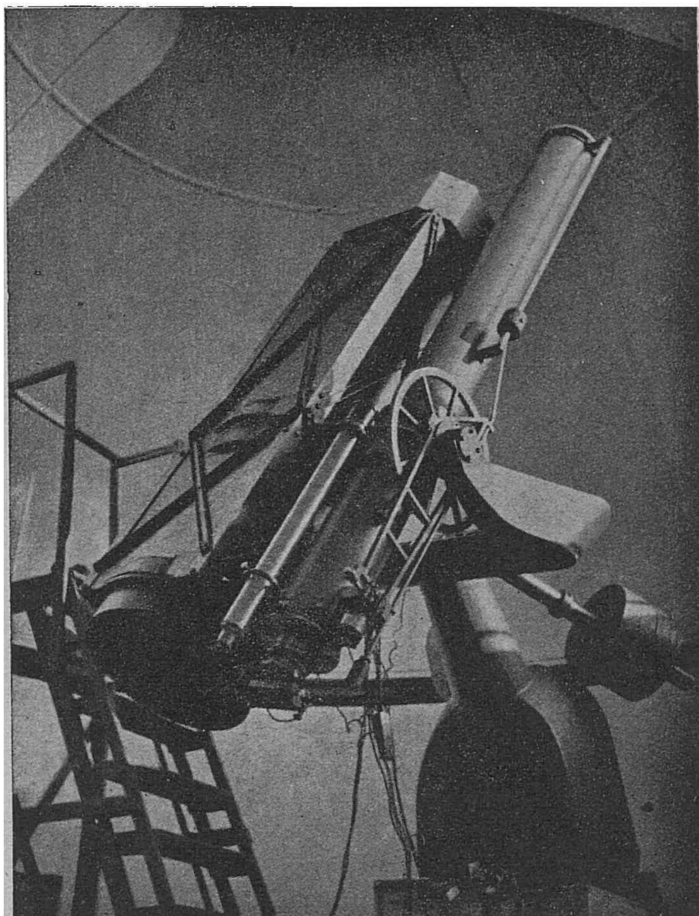


Fig. 12. Telescopul Observatorului astronomic din Cluj cu oglinda de 50 cm. diametru.

COORDONATE ORARE ŞI ECUATORIALE.

14. Cerc orar. Cercul orar al unei stele S este acela din care face parte semicercul PSP′ ce trece prin axa polilor şi prin acea stea, S (Fig. 13). In timpul mişcării diurne toate cercurile orare ale stelelor vin pe rând în dreptul meridianului PE′P′ al locului; de fapt *meridianul locului trece în dreptul fiecărei stele.*

15. Unghiul orar. Ascensiunea dreaptă. Declinaţia. Azimutul şi distanţa zenitală a unei stele variază continuu din cauza mişcării diurne; ele depind şi de poziţia observatorului. De aceea astronomii, ca să determine poziţia stelelor, se servesc de alte coordonate raportate la planul ecuatorului şi la axa lumii, care sunt fixe pe sfera cerească. Aceste două coordonate sunt *ascensiunea dreaptă* şi *declinaţia*, notate cu A şi D.

Unghiul orar. Insemnând cu *a* punctul unde ecuatorul EE' (Fig. 13) taie cercul orar PSP' al stelei S, unghiul orar al stelei este măsurat de arcul E*a* pe ecuator. Se socoteşte dela 0° la 360°, sau dela 0 la 24 ore, în sensul mişcării diurne (retrograd), începând dela meridianul locului la cerul orar al stelei. Unghiul orar se vede că este unghiul format de cercul orar al stelei cu meridianul superior al locului.

Ascensiunea dreaptă. In loc de a lua ca origine intersecţia ecuatorului cu meridianul superior al locului, se ia ca origine punctul vernal γ pe ecuator. Ascensiunea dreaptă a unei stele S este măsurată de arcul γa depe ecuator dela punctul γ la punctul *a* de intersecţie al ecuatorului cu cercul orar al stelei. Ascensiunea dreaptă se socoteşte în sens direct (invers ca mişcarea diurnă) dela 0° la 360° sau dela 0 la 24 ore. Se vede că ascensiunea dreaptă este unghiul format de cercul orar al stelei cu cercul orar al punctului vernal γ, măsurat în sens direct.

Declinaţia D a unei stele S este distanţa *a*S (fig. 13) în grade dela ecuator până la acea astră, distanţă măsurată pe cercul orar al astrei. Ea este de două feluri; dacă steaua este în emisfera boreală, declinaţia D se zice boreală şi are semnul +; dacă steaua este în emisfera australă, D este australă şi are semnul —. D variază deci dela 0° la +90° şi dela 0° la — 90°. *Distanţa în grade între ecuator* şi *paralelul descris de stea fiind totdeauna aceiaşi, declinaţia unei stele nu variază.*

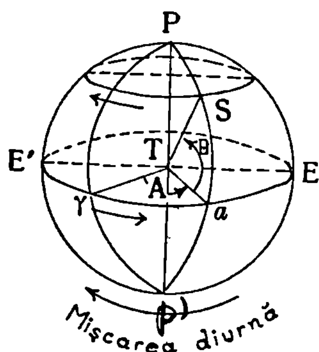


Fig. 13.

Unghiul orar şi declinaţia se zic *coordonate orare*, iar ascensiunea dreaptă şi declinaţia se numesc *coordonate ecuatoriale.*

16. Determinarea ascensiunii drepte. Fie EE' ecuatorul, S, o astră, γ originea ascensiunilor drepte (Fig. 13). In timpul miş-

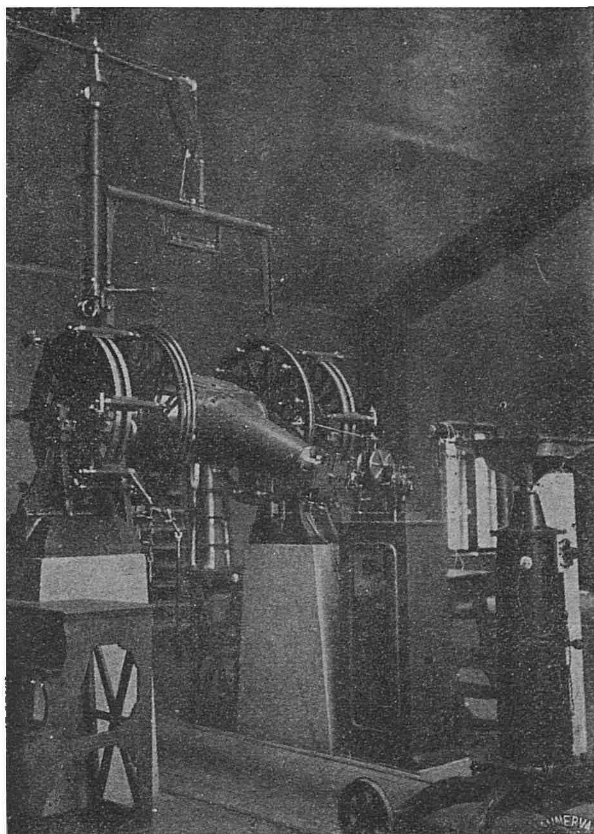


Fig. 14. Cercul meridian al Obervatorului astronomic din Bucureşti.

cării diurne, o stea parcurge tot paralelul său, adică
în 24 ore siderale parcurge 360^0,
„ 1 „ „ „ $\frac{360}{24} = 15^0$,
„ 1 minută siderală parcurge $\frac{15 \times 60}{60} = 15'$
„ 1 secundă siderală parcurge $\frac{15 \times 60}{60} = 15''$.

Să luăm punctul γ ca origine a măsurii timpului (origine a zilei siderale); în momentul când meridianul punctului γ este în dreptul meridianului locului PE'P', vom aranja pendula la 0 ore, 0 minute, 0 secunde. Până va ajunge steaua S şi punctul *a* la meridianul locului, va trece un timp, să presupunem de 3 ore; deci în momentul când steaua S trece la meridianul locului, pendula arată ora 3. In acest timp punctul *a* a parcurs arcul $a\gamma$ care este ascensiunea dreaptă a stelei S.

Dar am văzut că un punct, în mişcarea diurnă, într'o oră parcurge 15^0, prin urmare în 3 ore drumul parcurs va fi 3×15^0. Acest arc fiind ascensiunea dreaptă A a stelei, vom avea $A=3\times15^0$.

Insemnând cu *t* ora arătată de pendula siderală (aranjată după mersul punctului vernal), în momentul când steaua S trece la meridian şi cu A ascensiunea dreaptă a ei, avem deci

$$A=t\times15.$$

De aici deducem următorul procedeu pentru determinarea ascensiunii drepte a unei stele. Vom aranja pendula siderală să arate 0 ore, 0 minute, 0 secunde în momentul când punctul γ trece la meridian; ora ce va arăta pendula în momentul când steaua S trece la meridiam, este ascensiunea dreaptă a stelei, exprimată în ore. Pentru a o găsi în grade, înmulţim valoarea aflată cu 15.

In rezumat, *ascensiunea dreaptă a unei stele,* S, *este dată de ora arătată de pendula siderală, în momentul când steaua* S *trece la meridian.*

17. Luneta meridiană. Cercul meridian. Pentru ca să observăm trecerea stelelor la meridian, ne servim de o lunetă, care se poate mişca în planul meridianului, în jurul unei axe orizontale care se sprijină pe două picioare solide.

Cercul meridian este o lunetă meridiană la axa căreia este fixat un cerc vertical gradat; cu acest instrument putem afla şi înălţimea stelelor observate, şi deci şi distanţele lor zenitale meridiane.

18. Determinarea declinaţiei. Să considerăm o stea, S, în momentul când trece la meridian (Fig. 15). Să însemnăm declinaţia ES cu D, distanţa zenitală meridiană (când steaua trece la

meridian) $ZS = Z_m$ şi înălţimea polului deasupra orizontului $H'P = h$. Avem pe figură

$$ES = EZ + ZS,$$
$$D = h + Z_m,$$

căci unghiurile PTH' şi ZTE sunt egale ca având laturile perpendiculare. Aşa s'au calculat declinaţiile stelelor.

Pentru steaua S', situată în emisfera boreală, dar la sud de zenit, avem

$$ES' = EZ - S'Z,$$
$$D = h - Z_m.$$

In fine pentru steaua S'', din emisfera australă avem

$$ES'' = ZS'' - ZE.$$

Insă în această poziţie, declinaţia D este negativă şi avem $D = -ES''$ şi prin urmare

$$-D = Z_m - h,$$

sau schimbând semnele, găsim

$$D - h - Z_m.$$

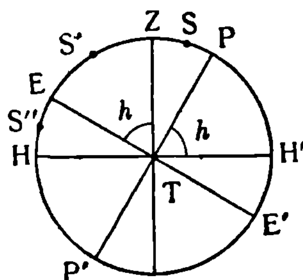


Fig. 15.

Vedem din egalităţile găsite că declinaţia unei stele este formată din *h*, înălţimea polului deasupra orizontului, care se determină în locul de observaţie, odată pentru totdeauna, şi din distanţa zenitală meridiană Z a stelei, şi care se află cu luneta meridiană.

Observăm că distanţa zenitală este pozitivă când steaua e spre nord de zenit şi negativă în caz contrar. Declinaţia de asemenea este pozitivă dacă e boreală, şi negativă când este australă, sau când steaua este în emisfera australă. Vom putea zice deci, că *declinaţia unei stele este egală cu suma înălţimii polului şi a distanţei zenitale a stelei,* cu condiţia ca declinaţia şi distanţa zenitală să le considerăm ca pozitive, sau negative, după cum am convenit mai sus.

CONSTELAŢII. CATALOAGE DE STELE. FOTOGRAFIA CERULUI

III. 19. Clasificarea stelelor după strălucirea aparentă, sau magnitudine. Strălucirea inegală a stelelor a făcut ca ele să fie clasificate, încă din timpurile cele mai vechi, după gradul lor de strălucire aparentă sau *magnitudine.* Aşa au procedat cei vechi (Hiparch, Ptolomeu), care au împărţit stelele în şase clase, în clasa şaptea fiind ultimele stele văzute cu ochii liberi. Invenţia

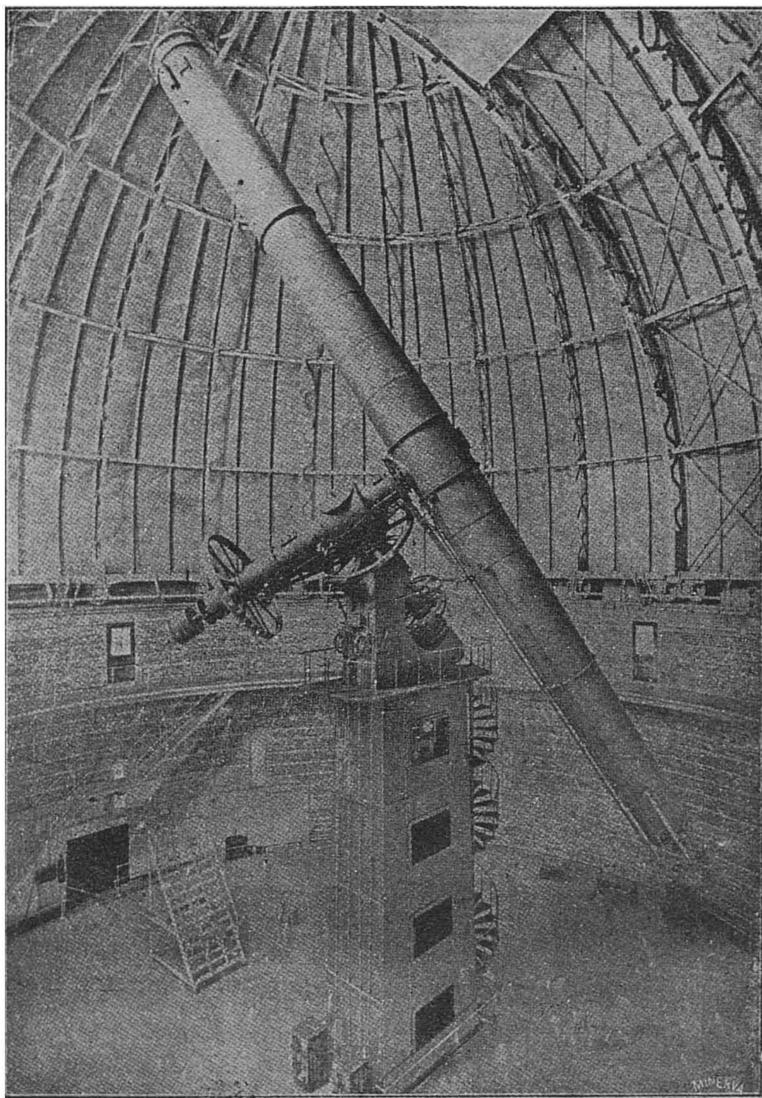


Fig. 16. Marea lunetă a Observatorului Yerkes, Wisconsin (America), cu obiectivul de 101 centimetri și 18,60 m. distanță focală. Instrumentul montat ca ecuatorial, are o înălțime ca a unei case cu 6 etaje și cântărește 75 tone.

lunetelor şi perfecţionarea lor, care au permis să se vază stele din ce în ce mai slabe, a făcut să se ajungă până la magnitudinea 19-a, iar fotografiile actuale înregistrează aproape un miliard de stele până la magnitudinea 21 (1). Cu ochii liberi se pot vedea, atât pe cerul boreal cât şi pe cel austral, aproape 6000 stele. Sunt 20 stele de magnitudinea întâia cele mai strălucitoare; a doua clasă conţine 50 stele mai puţin strălucitoare, apoi vin 150 stele de a treia magnitudine, 500 de a patra, 1500 de a cincea şi în fine dela 4000 la 5000 de stele abia vizibile cu ochi liberi, de a şasea magnitudine. Numărul stelelor trece peste două miliarde.

20. Constelaţii. Observatorii, din timpurile cele mai vechi, ca să deosebească stelele între ele, le-au împărţit în mai multe grupe numite constelaţii, şi le-au dat numiri, de cele mai multe ori fantastice, de eroi, obiecte, animale, etc. Aceste numiri s'au păstrat şi azi după cum erau la greci. Vom considera cele mai importante constelaţii, care se pot vedea la noi (Fig. 17 şi harta de la sfârşitul cărţii).

Ursa mare, sau *Carul mare* este prima constelaţie pe care trebue să o cunoaştem. Ea se compune din şapte stele α, β, γ, δ, ε, ζ, η (Fig. 17), care rămân totdeauna deasupra orizontului. Patru din aceste stele, α, β, γ, δ, formează un trapez (roatele carului, sau corpul ursoaicei), celelalte trei formează o linie frântă (oiştea carului sau coada ursoaicei). Foarte aproape de steaua a doua dela coadă, ζ, se află o stea mică de magnitudinea a şasea, numită Alcor, de care Arabii se serveau ca să cunoască tăria vederii.

Prelungind linia $\beta\alpha$, a roatelor din urmă ale Carului mare de o lungime cam de cinci ori cât distanţa dintre ele, dăm peste o stea mai strălucitoare decât cele din jurul ei, numită *Polara*, foarte vecină acum de polul Nord (de care e depărtată cu $1^{0}18'$). Ea este cea din urmă stea din coada *Ursei mici* sau *Carului mic*, constelaţie de aceeaşi formă ca şi Ursa mare, însă mai mică,

(1) Telescopul Observatorului de pe *Muntele Wilson* are oglinda cu diametru 2,50 m. La observatorul de pe *Muntele Palomar* (California) se aranjează telescopul cu diametrul oglinzii de 5,02 m.

Cu *telescopul electronic* (în curs de perfecţionare) se va putea face ca un obiectiv de 50 cm. să fie tot atât de puternic ca oglinda de 5 m. a telescopului depe Muntele Palomar.

aşezată în sens invers şi formată din şapte stele, dintre care numai trei sunt strălucitoare.

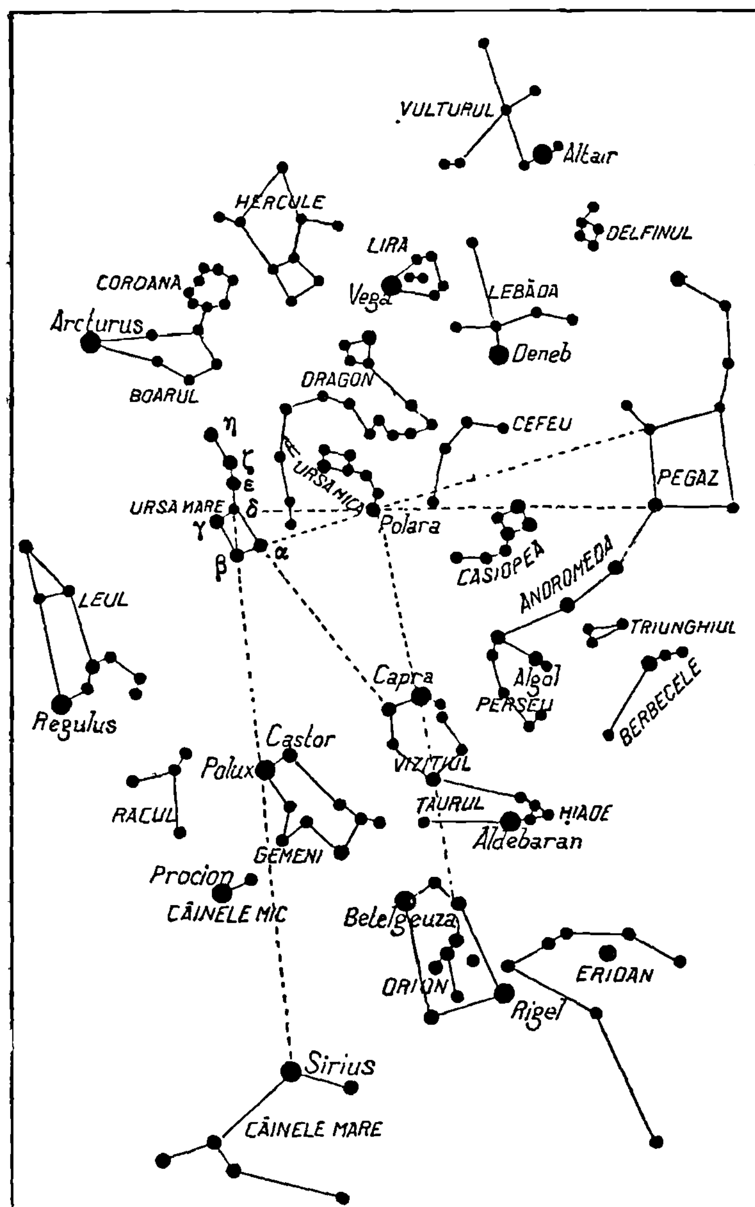


Fig. 17.

Intre aceste două constelaţii se întinde constelaţia *Dragonului* sau *Balaurului*, un şir lung de stele puţin strălucitoare, terminate cu un trapez neregulat, care se vede bine şi care formează capul Dragonului. Acest trapez este vecin de steaua strălucitoare *Vega*, din constelaţia *Lira*.

Dacă prin steaua δ din Ursa mare ducem o linie prin steaua Polară, dăm peste constelaţia *Casiopea*, care e formată din cinci stele formând o linie frântă, ca un scaun, sau mai bine ca un M mai deschis, numit pe la ţară *scaunul lui Dumnezeu*.

Prelungind direcţia δα din Ursa mare de două ori aproape cât lungimea δη din această constelaţie, dăm peste constelaţia *Vizitiul* din care face parte steaua strălucitoare *Capra* (*Capella*).

Intr'o poziţie simetrică cu Vizitiul, în raport cu Polara, este *Vega* din constelaţia *Lira*, care mai are încă patru stele formând un paralelogram.

Intre Casiopea şi Capra este constelaţia *Perseu*, în formă de arc, din care face parte steaua variabilă *Algol*.

Prelungind linia curbă care o formează ultimele stele ε, ζ, η, ale coadei Ursei mari, dăm peste o stea *Arcturus*, din constelaţia *Văcarul*, sau *Boarul*.

In apropiere este constelaţia *Coroana boreală*, compusă din şapte stele aşezate în formă de semicerc, din care cea mai strălucitoare este *Mărgăritarul*. La noi, în popor, această constelaţie poartă numele de *Horă*, iar Mărgăritul se numeşte *Fata mare din horă*.

Afară de Lira şi Văcarul, toate constelaţiile descrise se văd tot timpul deasupra orizontului locurilor noastre, şi n'au nici răsărit nici apus. Vom descrie câteva din *constelaţiile ecuatoriale*, care se văd în apropierea ecuatorului şi *constelaţiile zodicale*, care se văd în apropierea planului eclipticei, în care se află orbita (curba) ce o descrie Pământul într'un an în jurul Soarelui.

Luând simetrica Polarei în raport cu Casiopea, dăm peste constelaţia *Andromeda*. In această constelaţie, se află o nebuloasă vizibilă cu ochiul liber.

Andromeda se află între Perseu, pe care ştim s'o recunoaştem, şi constelaţia *Pegasului*, un patrulater mare format din stele de magnitudinea a doua şi a treia. Pegasul se află prelungind linia βα a Ursei mari, dincolo de Polara, cu o lungime cam îndoită de cât distanţa ei până la Polara.

Prelungind linia care uneşte Polara cu Capra, de o lungime egală, dăm peste constelaţia *Orion* (după numele unui vânător din Mitologie). E un mare trapez, în care două din stelele care-l formează sunt de prima magnitudine şi se numesc *Betelgeuza* (α)şi *Rigel* (β). In interiorul trapezului sunt trei stele în linie dreaptă, care formează *Brâul* (cingătoarea) lui Orion şi care se mai numesc *cei Trei Regi*; alte trei stele mai slabe, tot în linie dreaptă, dar aşezate în direcţie oblică pe linia celorlalte trei, formează *tesăcul lui Orion*. Ecuatorul ceresc trece prin mijlocul acestei constelaţii.

Linia celor trei regi prelungită, dă în sus, spre dreapta, peste

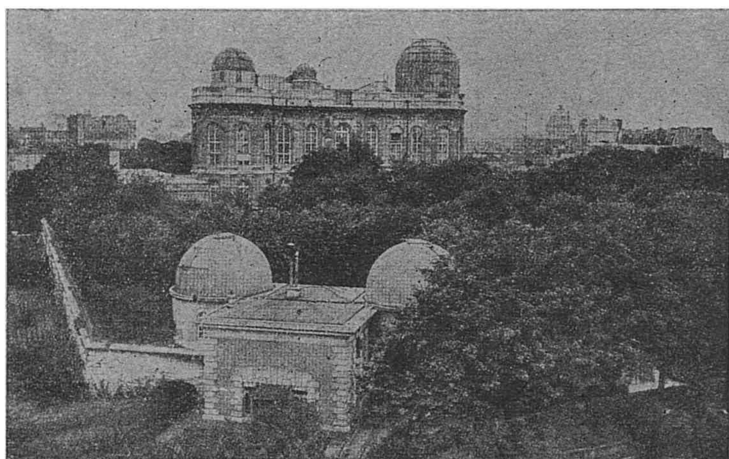


Fig. 18. Observatorul din Paris.

Aldebaran din constelaţia *Taurul*, apoi peste roiul *Pleiadelor* sau *Cloşca cu pui*. Pleiadele se mai pot găsi prelungind linia care uneşte Betelgeuza cu Aldebaran. Aldebaran este la extremitatea unei ramuri în formă de V din grupul *Hiadelor*.

Linia celor trei regi prelungită către est în jos spre stânga dă peste *Sirius*, din constelaţia *Câinele mare*, cea mai strălucitoare dintre toate stelele.

Diagonala patrulaterului δβ a Ursei mari, care trece prin oişte, prelungită în sens opus cu oiştea, dă peste constelaţia *Gemenilor*, din care fac parte stelele strălucitoare *Castor* şi *Pollux*, şi mai departe prelungită, dă peste Sirius din constelaţia Câinele mare. Constelaţia Gemenii se mai poate afla, prelungind ramura lui V din Hiade la capătul căreia este Aldebaran, de la vârful lui V către

Aldebaran. Intre Gemenii și Sirius se află constelația *Câinele mic* cu steaua sa de prima magnitudine *Procion.*

Linia αβ, a roatelor din urmă a Carului mare prelungită în partea opusă cu Polara, dă peste constelația *Leului*, din care face parte o stea de prima magnitudine *Regulus.*

Dacă prelungim arcul format de cele trei stele de la oiștea Carului mare, dăm peste Arcturus din Văcarul, și mai departe, tot în prelungirea acestui arc, peste o stea de prima magnitudine *Spicul* din constelația *Fecioarei.*

Dacă prin steaua Polară luăm o direcție perpendiculară pe αβ, care trece prin roatele din urmă ale Carului mare, dăm de constelația lui *Hercule.*

Aproape de Lira se află *Deneb* din constelația *Lebăda*, simetrica constelației Gemeni în raport cu polul. Mergând spre sud est, dăm peste constelația *Vulturul* cu steaua de prima magnitudine *Altair.*

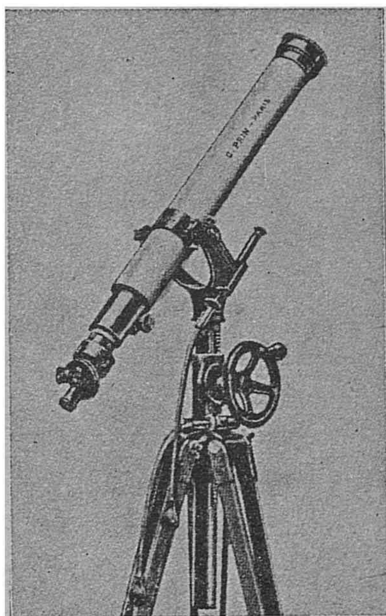


Fig. 19. Lunetă astronomică de amator.

21. Calea Lactee. Galaxia. In nopțile senine, când lumina Lunei nu e așa de mare, se vede pe cer o fâșie luminoasă, alburie, cam neregulată, care trece prin apropiere de pol și împarte cerul aproape în două părți egale. Această bandă se numește *Calea Lactee.*

Dacă o examinăm cu instrumente puternice, vedem că este formată din o mulțime de stele, care fiind la depărtări foarte mari, dau aparența unei lumini alburii. Ea trece prin constelația *Casiopea* și apoi se bifurcă în două ramuri, dintre care una trece prin constelația *Vulturul*, iar alta pe lângă *Lira.* La bifurcarea Căii Lactee se află constelația *Lebedei*, care popular la noi se mai numește *Crucea* sau *Cobilița.*

Stelele pe care le vedem constitue *Galaxia* (dela cuvântul grec *gala* care înseamnă lapte), care are forma unei lentile biconvexă, și din care face parte Calea Lactee pe care o vedem noi pe cer. Soarele este una din aceste miliarde de stele și este așezat la două treimi departe de centrul Galaxiei.

22. Cataloage de stele. Stelele, cum am văzut, parcă formează pe sfera cerească figuri invariabile; s'a pus însă întrebarea dacă aceste figuri au avut aceleaşi forme şi în trecut, dacă formele lor nu se vor schimba, dacă strălucirea şi culoarea stelelor rămân aceleaşi. Astfel s'a născut ideea de a se face cataloage de stele.

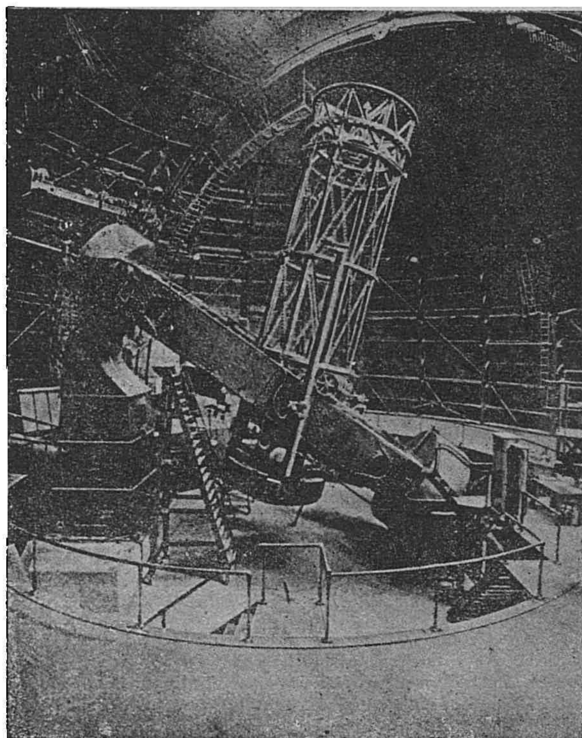


Fig. 20. Observatorul *Muntele Wilson* (California). Telescop cu diametrul 2,5 metri.

Primul catalog a fost făcut de *Hiparch* (130 a. Cr), care a fost îndemnat la aceasta de apariţia unei stele noui, dar care n'a ajuns până la noi. Cel mai vechi catalog pe care îl avem este *Almagestul* lui Ptolomeu (137 d. Cr.) care conţine 1028 stele. Alte cataloage au fost făcute de *Tycho-Brahe* (1594), *W. Herschel* (1774), *Bradl'y* (1763), *Lacaille* (1757), *Lalande* (1801) cu aproape 47.000 stele. Epoca marilor cataloage făcute cu observaţie vizuală se termină în a doua jumătate a secolului al

19-lea, cu marele catalog al lui *Argelander* (cunoscut sub numele *Bonner Durchmusterung*, publicat între 1859 şi 1862), dând poziţia a 324.000 stele din emisferul boreal. Acesta a fost completat în 1886 cu un catalog de 134.000 stele cu declinaţie australă

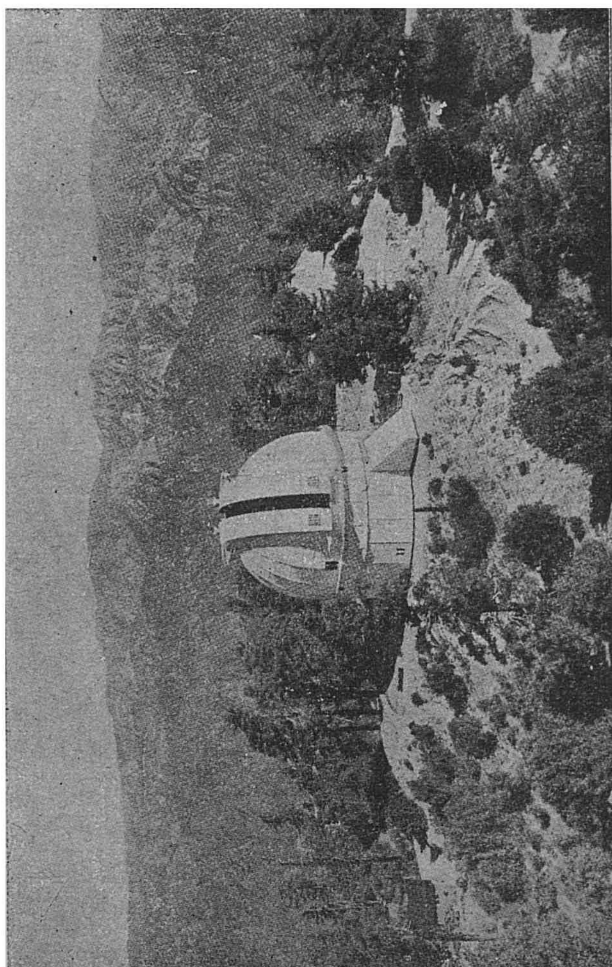


Fig. 21. Marea *Cupolă* a Observatorului *Muntele Wilson* Pasadena (California) cu diametrul de 20 metri.

inferioară lui 23°, şi apoi dela 1892 la 1914 de *Cordoba Durchmusterung*, cu 570.000 stele de declinaţie australă superioară lui 22°.

23. Fotografia cerului. In timpul din urmă s'a recurs la fotografie pentru reprezentarea cerului. Ideea a fost dată în 1884 de fraţii *Henry* dela Observatorul din Paris.

Cu cele mai puternice instrumente se văd stele până la magnitudinea 17. Dar, cu fotografia, care a fost pentru Astronomie unul din principali factori de progres, s'au putut găsi până la magnitudinea 21. Căci, placa fotografică sensibilă joacă rolul de acumulator de lumină, mai ales dacă se fac poze de lungă durată.

Fotografia a înlocuit vederea directă. In adevăr, o poză de câteva minute fixează pe un clişeu mii de stele, ale căror poziţii şi magnitudini se pot studia liniştit în câteva zile în laborator, mai bine de cât în anii de observaţii nocturne, pe care le îngreuiază şi variaţiile condiţiilor atmosferice.

Astfel, s'a hotărît a se fixa pe fiecare clişeu o imagine a cerului de mărimea unui pătrat cu latura de 1 grad. La această hartă a cerului au lucrat 18 observatoare şi ea cuprinde 10 milioane stele. S'a întreprins de asemenea de a se publica în acelaşi timp cu *Harta Cerului* şi un *Catalog astrografic*, cu poziţiile a trei milioane de stele. Deja Observatorul din *Harvard* a publicat o parte din aceste rezultate.

SISTEMUL SOLAR

PĂMÂNTUL

PĂMÂNTUL ROTUND ŞI IZOLAT IN SPAŢIU

IV. 24. Izolarea şi probe de rotunzimea Pământului. Ca dovadă că Pământul este izolat în spaţiu este fenomenul răsăririi şi apunerii stelelor în toate punctele orizontului.

Pământul are o formă aproape sferică. *Probe de rotunzimea Pământului* sunt următoarele : 1) Dacă privim de pe malul mării o corabie care se depărtează, observăm, că, după câtva timp, începe să nu se mai vază corpul corăbiei, apoi pânzele şi în fine vârful corăbiei. Aceasta dovedeşte că suprafaţa mării este curbă, căci dacă ar fi plană, atunci corabia s'ar vedea din ce în ce mai mică, dar s'ar vedea toată, şi tocmai părţile mai mici şi mai subţiri ar dispărea mai întâi, adică catartul nu s'ar mai vedea întâi şi apoi corpul corăbiei.

2) Dacă suntem pe mare sau pe o câmpie întinsă, fără dealuri şi văi, şi dacă dela o înălţime privim suprafaţa Pământului de jur împrejurul nostru, marginea vederii, care se numeşte *orizontul aparent*, are forma circulară; dacă privim dintr'un punct mai înalt, suprafaţa văzută va fi mai mare, însă tot circulară. Pentrucă acest fenomen se observă în orice loc pe Pământ, urmează că suprafaţa Pământului este sferică, căci numai sfera se poate vedea din toate părţile sub formă circulară.

3) Rotunzimea Pământului se vede şi din faptul că aspectul cerului este diferit, în acelaşi moment, în două locuri diferite, cum se vede din figura 22. Planul orizontului, care mărgineşte câmpul de vedere, este diferit în punctele A şi B ale Pămân-

tului şi, în acelaşi moment, stelele 1, 2, 3 vizibile în A, nu se mai văd în B, iar steaua 6 nevăzută în A, este vizibilă în B.

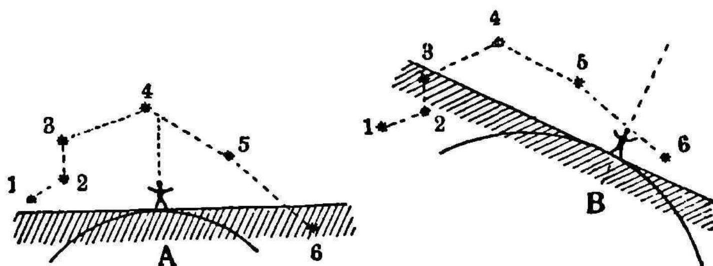


Fig. 22.

4) In timpul eclipselor de Lună, întunecimea ce se face pe Lună este, cum vom vedea mai departe, umbra Pământului; iar marginea acestei umbre este rotundă.

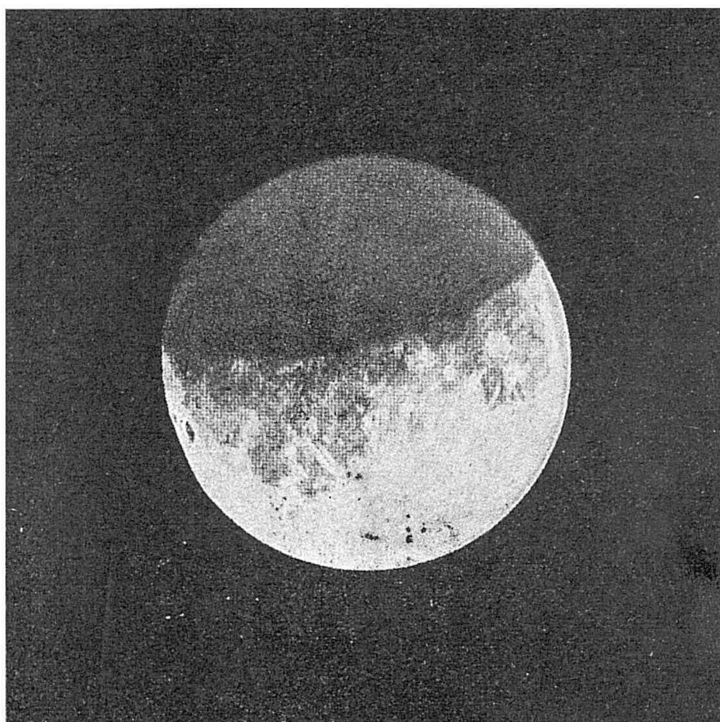


Fig. 23. Umbra, pe care Pământul o aruncă pe Lună în timpul eclipselor, are conturul circular.

COORDONATE GEOGRAFICE

25. Longitudine şi Latitudine. *Latitudinea* unui loc este unghiul făcut de verticala acelui loc cu planul ecuatorului. Pentru locul A (Fig. 24) latitudinea este unghiul AT*a*, sau arcul *a*A cuprins între laturile sale. Deci latitudinea unui loc este distanţa în grade pe meridianul locului, dela ecuator până la acel loc.

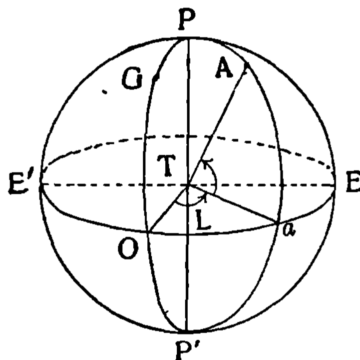


Fig. 24

Longitudinea unui loc este depărtarea în grade pe ecuator dela primul meridian (cel din Greenwich lângă Londra) *până la meridianul locului.* G fiind Greenwich (Fig. 24), longitudinea locului A are aceeaşi măsură ca arcul O*a* de pe ecuatorul EE'.

26. Determinarea latitudinii. Latitudinea locului A (Fig. 25) este unghiul *h* format de verticala OAZ a locului cu ecuatorul OE. Ducem orizontul locului perpendicular pe verticala OAZ, şi o dreaptă către pol paralelă cu axa Pământului. Se vede că unghiul format de orizont cu direcţia polului, ne dă înălţimea polului în locul A. Dar acest unghiu este egal cu unghiul EOA căci au laturile perpendiculare. Deci, *latitudinea locului este egală cu înălţimea polului deasupra orizontului.*

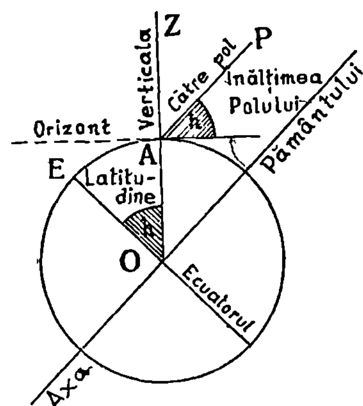


Fig. 25.

Pe figura 26, latitudinea locului, unghiul EOZ, este egală cu unghiul H'OP, înălţimea polului deasupra orizontului HH' a punctului A, pentrucă au laturile perpendiculare.

Pe uscat latitudinea se determină măsurând (Nr. 11) înălţimea polului deasupra orizontului. Aşa s'a găsit, pentru Paris, 48° 50' 10" N, iar pentru Bucureşti 44° 25' 38" N.

Alt procedeu este şi următorul. Se alege o stea S (Fig. 26), a

cărei declinaţie D boreală D=ES este cunoscută din *Connaissance des temps* (¹). Cu ajutorul teodolitului se calculează distanţa zenitală SZ a stelei S când ajunge la meridian. Se vede din figură, că pentru steaua S, avem

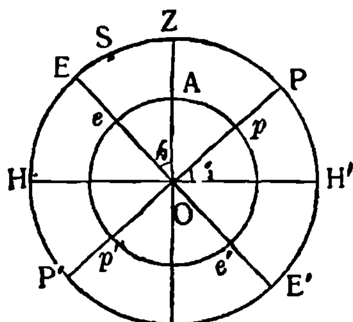


Fig. 26.

$$ZE=ZS+SE,\ h=Z_m+D.$$

Deci *latitudinea locului este egală cu distanţa zenitală meridiană a unei stele mărită cu declinaţia ei.*

27. Sextantul. Pe mare, înălţimea polului se determină cu sextantul. Principiul sextantului este următorul, să presupunem că voim a măsura unghiul format de razele vizuale OA şi OB, duse din ochiul O al observatorului la obiectele A şi B.

Vom aşeza oglinda mobilă C în calea razei OA şi o oglindă fixă D în drumul razei OB (Fig. 27).

Jumătatea superioară a oglinzii fixe D este sticlă curată, iar jumătatea inferioară a ei este oglindă propriu zisă. Privim atunci obiectul B prin partea superioară a oglinzii D şi mişcăm oglinda C până când, după reflexiile din unghiurile α, în oglinda C, β în oglinda D, vedem şi obiectul A. Fixând acum oglinda C, imaginile A şi B le vedem mereu suprapuse, oricare ar fi mişcările observatorului.

Să însemnăm cu *i* şi O′ respectiv intersecţiile prelungirii oglinzilor şi perpendicularelor pe oglinzi.

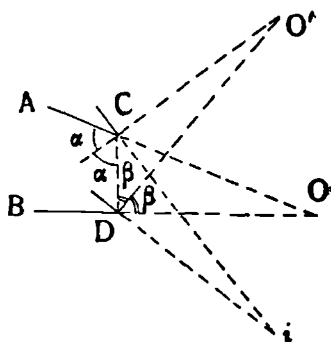


Fig. 27.

Aplicând teorema că într'un triunghiu un unghiu exterior este egal cu suma unghiurilor interioare nealăturate, avem din triunghiurile CDO′, CDO,

$$\alpha=\beta+O',\ 2\alpha=2\beta+O,$$

(¹) Lucrare publicată de către *Biroul de longitudini* din *Paris*, pentru a serv astronomilor şi navigatorilor. Apare cel puţin cu trei ani înainte.

Inmulţind prima relaţie cu 2, avem

$$2\alpha=2\beta+2O',$$

din care scăzând pe a doua, urmează

$$2O'=O,$$

adică unghiul AOB, sau distanţa unghiulară a obiectelor A şi B, este egal cu îndoitul unghiului O′ format de perpendicularele (normalele) la oglinzi. De oarece unghiurile O′ şi *i* sunt egale ca având laturile perpendiculare, urmează că *unghiul obiectelor* A şi B *este egal cu îndoitul unghiului oglinzilor* C şi D.

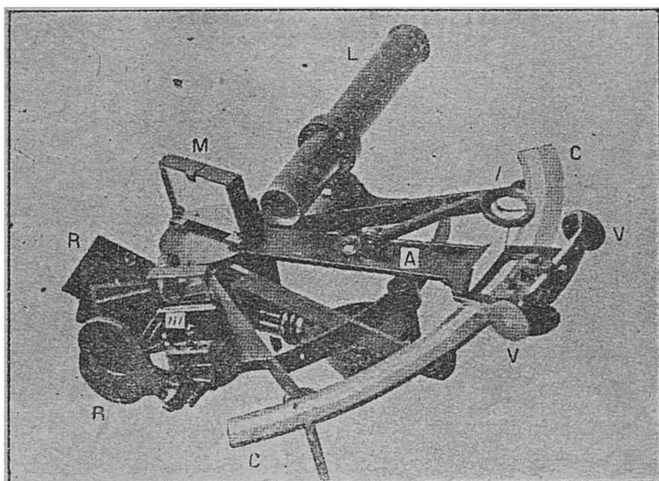


Fig. 28. Sextant.

Sextantul (Fig. 28) este format dintr'un arc gradat (a şasea parte dintr'un cerc, de unde şi numele de sextant), la care s'au adaptat două oglinzi verticale, una fixă şi alta mobilă, prevăzută cu un indicator *i*, mobil în faţa arcului gradat. Pentrucă avem nevoe de îndoitele unghiurilor observate, s'a convenit să se dividă arcul sextantului în jumătăţi de grad şi să se însemneze pe el grade întregi, pentru ca astfel să avem imediat îndoitul unghiului oglinzilor.

Când obiectele A şi B sunt Soarele (sau o stea luată din Catalog) şi orizontul mării, privim orizontul prin partea superioară a oglinzii fixe şi mişcăm atunci oglinda mobilă, până ce ima-

ginea Soarelui este în contact cu aceea a orizontului mării, iar citirea dată de indicatorul sextantului este înălţimea h a Soarelui deasupra orizontului.

V. 39. Determinarea longitudinii. Fie PGP' (Fig. 29) meridianul de origine din Greenwich şi PAP' meridianul unui loc A de pe Pământ. Să însemnăm cu EE' ecuatorul şi Nγ cercul orar al punctului vernal γ, după care presupunem că se regulează pendulele siderale.

Pământul învârtindu-se în jurul său în 24 ore siderale, adică învârtindu-se cu 360° în 24 ore, urmează că într'o oră se învârteşte cu 15°, într'un minut cu 15' şi într'o secundă de timp cu 15''.

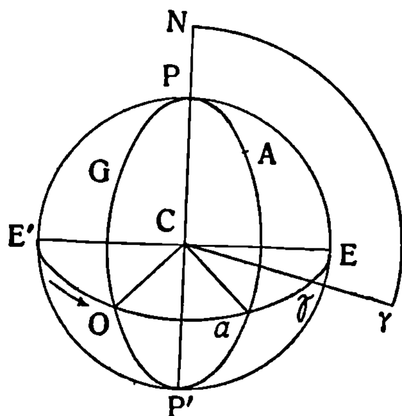


Fig. 29.

Când meridianul locului A, trece în dreptul punctului vernal, atunci în toate locurile depe acest meridian este ora zero. In acest moment, în locurile aşezate pe meridianul din Greenwich nu este ora zero, căci va trebui să treacă un timp până să ajungă meridianul din Greenwich în dreptul meridianului punctului γ; şi anume, ora din Greenwich este mai mică decât ora din A, cu timpul cât îi trebue Pământului ca să se învârtească în jurul său cu un unghiu egal cu OCa cel făcut de meridianele din G şi A. Dar acest unghiu OCa este longitudinea locului A în raport cu Greenwich.

Dacă Pământului ca să se învârtească cu unghiul OCa îi trebue o oră, aceasta înseamnă că arcul Oa, sau unghiul celor două meridiane, adică longitudinea locului A este de 15°. Dacă Pământului i-ar trebui două ore, acest unghiu (longitudinea lui A) va fi de 30°, etc.

Deci, longitudinea unui loc A este măsurată de timpul cât pune Pământul ca să se învârtească în jurul său cu un unghiu egal cu acel ce face meridianul locului A cu cel din Greenwich, adică *longitudinea locului* A *este dată de diferenţa orelor meridianului din Greenwich şi acel al locului* A. Cum într'o oră Pământul se învârteşte cu 15°, urmează că *valoarea în grade a lon-*

gitudinii unui loc A *se obține înmulțind cu* 15° *diferența orelor* t_1 *și* t *a locului* A *și meridianului din Greenwich, în același moment.* Insemnând cu L longitudinea locului A și cu t_1 și t orele locului A și meridianului de origine G în același moment, avem $L=(t_1-t).15^0$.

Deci, pentru a afla longitudinea unui loc, trebue să știm, în același moment, ce oră e în locul considerat și la Greenwich.

Ora din Greenwich o avem luând cronometre care arată ora din acel loc, cum fac marinarii. Se mai poate ști ora și prin telegrafie fără fir.

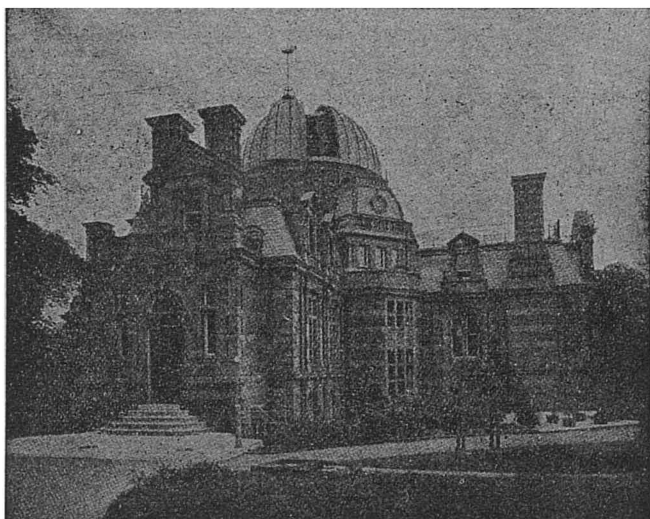


Fig. 30. Observatorul astronomic din Greenwich.

In fine, căutând în *Anuarul Biroului de Longitudini* (1), sau în *Connaissance des temps,* la ce oră a Greenwich-ului are loc un fenomen astronomic, care în momentul când îl vedem noi în acel loc știm ora locală. Fenomenele care se pot observa, sunt oculațiile (acoperirea stelelor de Lună).

Longitudinea Bucureștilor este 1 oră 35 m 42 s, sau în grade 23°46′3″.

(1) *Annuaire publié par le Bureau des longitudes de Paris,* lucrare care a apărut pentru prima dată în anul 1796 și a cărei publicație se continuă de atunci, în fiecare an, fără întrerupere.

ROTAŢIA PĂMÂNTULUI

29. Am constatat mişcarea aparentă diurnă, observând cum o stea apare spre răsărit în S (Fig. 31) la orizont, la stânga observatorului, cum se ridică până la o înălţime în S', apoi se coboară şi dispare la apus sub orizont în S'', la dreapta observatorului. Aceste aparenţe le-am observat, presupunând că Pământul este fix şi sfera cerească se învârteşte în sens retrograd în jurul Pământului.

Aparenţele sunt aceleaşi, dacă presupunem Pământul învârtindu-se în jurul lui, în sens direct, de la vest la est, şi cerul fix. In adevăr, observatorul fiind în A (Fig. 31) vede cum steaua

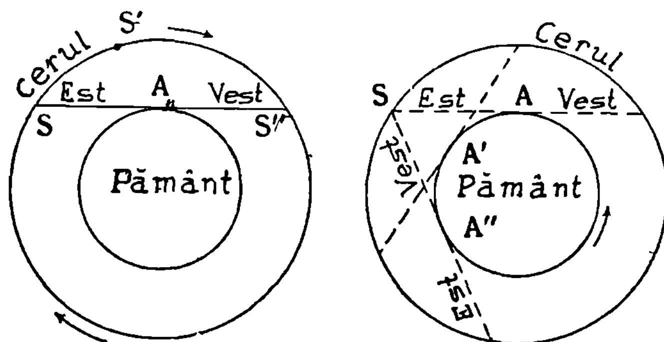


Fig. 31.

Pământul fix şi sfera cerească învârtindu-se în jurul lui.

Pământul învârtindu-se în jurul lui şi cerul fix.

apare în S la orizont, la răsărit, la stânga sa. Observatorul venind din A în A', va vedea steaua ridicându-se şi în fine, ajungând în A'', vede steaua, S, apunând spre vest, la dreapta sa.

30. Probe experimentale. Existenţa forţei centrifuge. Rotaţia Pământului în jurul său s'a dovedit prin experienţe, dintre care cele mai însemnate sunt următoarele.

Existenţa forţei centrifuge([1]). Greutatea unui corpî n locul A (Fig. 32) al Pământului este datorită atracţiei f_2 îndreptată după AT către centrul Pământului. Dar s'a observat că greutatea aceluiaşi corp variază dela pol la ecuator unde este cea mai mică.

([1]) Descoperită de *Huyghens* (născut la Haga în 1629). Legea căderii corpurilor a fost găsită de *Galileu* (1564 — 1642).

De unde rezultă existenţa altei cauze care face să varieze greutatea, anume *forţa centrifugă* f_1 (Fig. 32) perpendiculară pe axa PP', datorită rotaţiei Pământului în jurul său.

31. **Deviaţia spre răsărit a unei greutăţi în cădere liberă.** Să ne închipuim un puţ (o fântână, o mină) AC. Vârful A al puţului fiind mai depărtat de axa de rotaţie decât fundul C situat în interiorul Pământului, va avea o vitesă orizontală mai mare ca aceea a fundului C. Lăsând să cadă un corp greu în interiorul puţului din vârful său, corpul va porni cu vitesa orizontală a vârfului A. In baza principiului inerţiei, corpul îşi păstrează această vitesă mai mare decât a punctelor peste care cade, care au vitese mai mici. Deci, când va ajunge în fundul C al puţului, va avea o vitesă orizontală mai mare decât a acestui loc, şi va cădea spre răsărit de piciorul perpendicularei vârfului A.

Această experienţă s'a făcut în minele dela Freiberg în 1831, lăsând să cadă o greutate dela o înălţime de 1583 metri, şi deviaţia spre răsărit de 28 milimetri, a probat rotaţia Pământului în jurul axei sale.

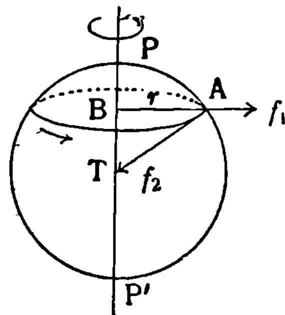


Fig. 32

33. **Pendulul lui Foucault.** Pentru a proba că Pământul se învârteşte, Foucault a făcut următoarea experienţă în anul 1851. De cupola Pantheonului din Paris a atârnat un pendul, format dintr'o sferă metalică de 18 kg., la capătul unui fir de oţel de 67 metri lungime. A depărtat acest pendul din poziţia sa de echilibru, l'a lăsat apoi liber, şi pendulul a început să oscileze; a observat că planul în care se mişca pendulul, adică planul lui de oscilaţie, nu rămânea acelaşi, ci se învârtea dela răsărit la apus, în mod uniform. In adevăr, s'a văzut, că vârful ascuţit cu care era prevăzută sfera metalică a pendulului, nu lăsa aceiaşi dungă pe nisipul ce se aşezase pe o anumită întindere, ci dungile se schimbau învârtindu-se dela răsărit la apus (în sens retrograd).

S'a dovedit însă că planul de oscilaţie al pendulului nu se schimbă, şi deci rezultă că *Pământul are o mişcare de rotaţie* în sens direct.

Din cele expuse mai sus, rezultă că mişcarea sferei cereşti

este aparentă şi că Pământul se învârteşte, în mod uniform dela apus la răsărit, în sens direct (invers cu acele unui ceas) în jurul unei axe care îl taie în două puncte numite polul nord

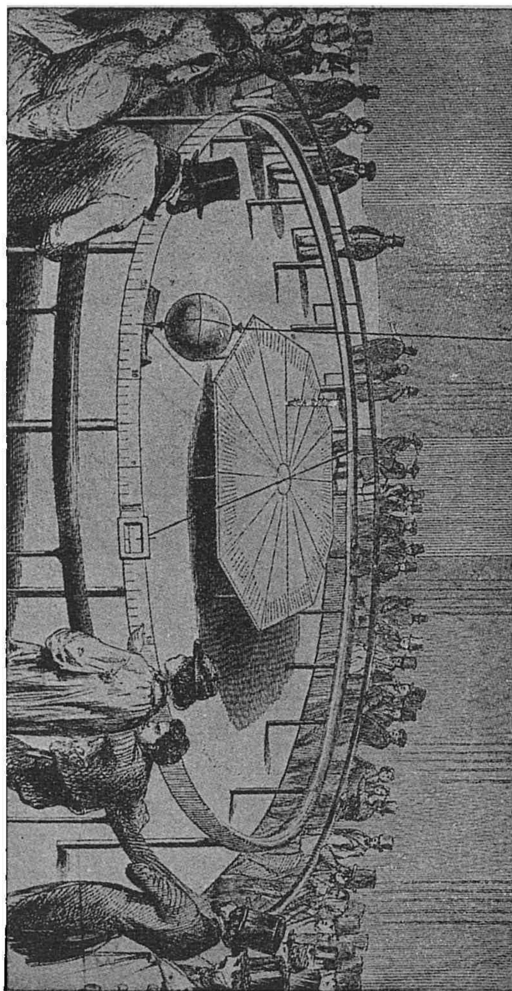


Fig. 33. Experienţa pendulului lui Foucault, la Panthéon (Paris), în 1851 (Reproducerea unei gravuri din l'illustration din acel an).

şi polul sud. Aceasta este axa lumei dela mişcarea diurnă aparentă. Durata rotaţiei este constantă, este ziua siderală, şi are 23 ore, 56 minute, 4 secunde timp mijlociu (acela arătat de ceasurile noastre).

DIMENSIUNILE ŞI FORMA PĂMÂNTULUI

VI. 33. Măsura meridianului pământesc. Determinarea razei Pământului. Pentru aflarea razei pământului s'a întrebuinţat următoarea metodă. Se află unghiul format de verticalele a două locuri A şi B (Fig. 34), aşezate pe acelaşi meridian. Acest unghiu fiind la centru, are aceeaşi măsură ca arcul AB, deci se va şti lungimea arcului AB în grade. Se măsoară apoi lungimea acestui arc. Insemnând cu n^0 numărul de grade şi cu R raza Pământului, lungimea l a arcului AB este dată de formula cunoscută

$$l = \frac{\pi R n^0}{180^0}.$$

De unde

$$R = \frac{180^0 l}{\pi n^0}$$

care dă raza Pământului egală cu 6370 km.

Avem două operaţii de făcut. 1) Să determinăm unghiul celor două verticale din A şi B; 2) să măsurăm arcul AB în unităţi de lungime.

1) *Determinarea unghiului.* Fie EE′ ecuatorul (Fig. 34), unghiul AOE este latitudinea punctului A, unghiul BOE este latitudinea punctului B şi vedem că

$$AOB = AOE — BOE,$$

adică unghiul căutat este diferenţa latitudinilor celor două puncte A şi B.

Prin urmare, vom determina latitudinea în fiecare din cele două localităţi şi vom face diferenţa lor.

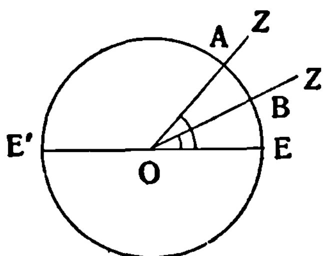


Fig. 34.

In timpurile vechi determinarea razei pământeşti a fost făcută în modul următor. Pe la anul 250 a. Chr., *Eratostene*, mare geometru din *Alexandria*, aflând dela nişte călători, că la *Siena*, oraş aşezat cam pe acelaşi meridian cu *Alexandria*, într'o zi care corespunde cu 22 Iunie, Soarele lumina la amiază fundurile puţurilor, a măsurat distanţa zenitală z, a Soarelui din Alexandria, când Soarele era la meridian (Fig. 34). Acest unghiu este egal cu unghiul verticalelor celor două oraşe, ca unghiuri corespondente şi l'a găsit de $7^0 12'$. El cunoştea

şi distanţa dela Alexandria la Siena, aşa că a determinat cel dintâi raza Pământului cu formula

$$R = \frac{180^0 l}{\pi n^0}.$$

2) *Măsurarea lungimii arcului* se face cu metoda triunghiulaţiei. Astfel *Picard* (1669) (Astronom francez care a înfiinţat Observatorul astronomic din Paris) a măsurat meridianul între Paris şi Amiens.

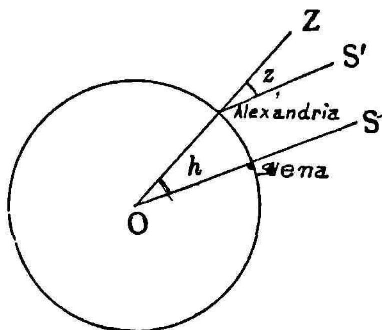


Fig. 35

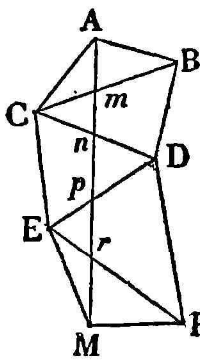


Fig. 36

Să presupunem că voim să măsurăm lungimea meridianului dela A până la un loc oarecare M (*Fig.* 36). Se aleg mai multe puncte B, C, D. E, F, de o parte şi de alta, astfel ca din fiecare din ele să se vadă punctele vecine. Se măsoară o lungime AB care se numeşte *baza triunghiulaţiei.* Din fiecare din punctele A, B, C, D, E, F, *m*, *n*, *p*, *r*, se măsoară unghiurile, iar din triunghiurile formate se determină A*m*, *mn*, *pr*, M şi deci lungimea meridianului AM.

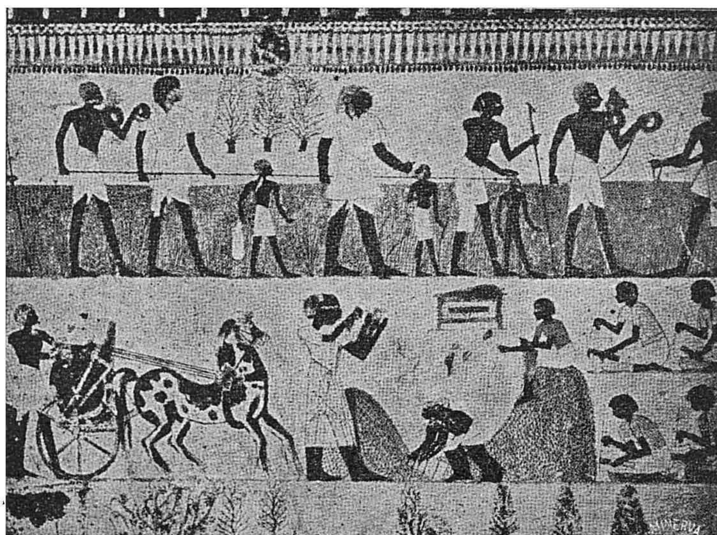


Fig. 37. Măsura Pământului de vechii Egipteni, după o frescă descoperită pe zidurile unui mormânt, la Teba.

34. Metru. O comisie a fost numită în 1790 în Franța pentru a stabili un sistem de unități. S'a făcut o nouă măsurătoare a meridianului de către *Méchain* și *Delambre*, prelungindu-se meridianul măsurat de *Picard*, de o parte până la Dunkerque și de alta până la Barcelona; s'a împărțit lungimea sfertului de meridian în 10.000.000 părți și una din aceste părți s'a luat ca unitate de lungime și s'a numit *metru*.

Astfel, lungimea meridianului fiind de 40.000.000 m., *lungimea arcului care corespunde unui grad*, este

$$\frac{40.000.000}{360} = 111 \text{ Kilometri aproape.}$$

O *Leghe marină* fiind a 20-a parte din lungimea unui grad, are 5556 metri. O *Leghe geografică* fiind a 25-a parte din lungimea unui grad, are 4445 metri. In marină se măsoară mai des cu *mila marină*, care este lungimea arcului de un minut, adică a 60-a parte din grad, sau a 3-a partea într'o leghe marină, și prin urmare 1852 metri.

Vitesa unui vapor de mare se măsoară în noduri. Un *nod este a* 120-a parte dintr'o milă marină, sau vre-o 15 metri și jumătate.

35. Turtirea Pământului. Măsurându-se lungimea arcului de un grad la diferite latitudini, s'a găsit că este în mijlociu de 111 km., și că ea e mai mare aproape de poli decât aproape de ecuator. Aceasta arată, că Pământul trebue să fie mai puțin curb, adică mai turtit la poli și mai umflat la ecuator, căci (Fig. 38) cu cât arcul cuprins între două puncte este mai întins (mai puțin curb) cu atât cele două puncte trebue să fie mai depărtate, pentru ca verticalele lor (perpendiculare pe suprafață) să formeze un unghiu de un grad. Din cauza turtirii, verticalele nu se întâlnesc (Fig. 38) în centrul Pământului.

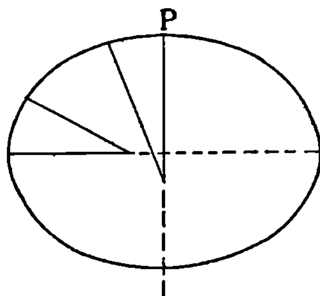


Fig. 38.

Se mai poate constata *turtirea* Pământului și cu ajutorul pendulului. La pol oscilațiile unui pendul sunt mai repezi decât la ecuator, ceeace arată că *centrul de atracție* (centrul Pământului) e mai aproape.

Raza mijlocie a Pământului e de 6370 km. Raza la pol este 6356 kilometri, iar raza la ecuator este de 6378 kilometri.

Turtirea Pământului e foarte mică; valoarea ei este $\frac{1}{298}$, ceeace înseamnează că, diferenţa dintre raza ecuatorului şi raza polului este a 298-a parte din raza ecuatorului, aşa că se poate presupune că Pământul este aproape sferic.

36. Temperatura şi rigiditatea Pământului. La o mică adâncime dela suprafaţa Pământului temperatura rămâne constantă în tot cursul anului. Această temperatură variază cu adâncimea. Eà se ridică cu un grad pentru adâncimi variind cu 30 la 80 metri aproape, după natura terenurilor unde au fost făcute.

Lava dela doi vulcani vecini fiind de natură diferită, urmează ca în interiorul Pământului temperatura nu este continuu aşa de mare ca să se topească materia, care în acest caz ar fi uniformă. Trebue să fie în regiunile centrale ale Pământului o presiune considerabilă, care schimbă temperatura de topire. Se crede că interiorul Pământului este format dintr'un nucleu metalic solid cu raza de 5130 km. şi din cauza presiunii se comportă ca oţelul. Nucleul este înconjurat de o pătură de silicaţi (sgură) groasă de 1300 km, a cărei parte inferioară (silicaţi de magneziu) are regiuni fluide, iar cea exterioară (silicaţii de aluminiu) este solidă, şi formează scoarţa pământească; trecerea dintre aceste două părţi o face bazaltul (care conţine aluminiu, magneziu, fier).

ATMOSFERA PĂMÂNTEASCĂ

37. Atmosfera. Pământul este înconjurat de un strat de aer, care se compune din oxigen, azot, gaz carbonic, vapori de apă, heliu, hidrogen şi altele. Aerul se răreşte cu altitudinea şi atmosfera pământească n'are limită determinată; ea se întinde până la 1000 km.

S'au făcut ascensiuni cu balonul în atmosferă până la 19.000 metri (prima dată în 1931 de Profesorul Piccard din Bruxelles). Baloanele sondă (umplute cu hidrogen, prevăzută cu termometru, altimetru, vas de luat aer) s'au ridicat mai mult şi unul a ajuns la 37 km. îmălţirne.

Aceste experienţe au arătat două pături distincte în atmosferă; prima se întinde până la 11 km şi se zice *troposfera*; aceea care o înconjoară se numeşte *stratosfera.* Troposfera conţine tot gazul carbonic şi vaporii de apă din atmosferă. Din cauza condensării vaporilor de apă, temperatura troposferii este variabilă şi este agitată de vânturi orizontale până la 4 km înălţime, iar dela 4 km la 11 km înălţime sunt vânturi verticale.

Dar o masă de aer, ridicându-se, se dilată, deci se răceşte. Astfel că la nivelul mării temperatura descreşte în mijlociu cu 1^0 la o creştere a înălţimii cu 180 m.

Apoi până la 4 km. scăderea este de 5^0 la kilometru. Deasupra, scăderea este mai repede şi la limita troposferii temperatura atinge — 56^0.

In stratosferă nu mai sunt mişcări verticale, temperatura este aproape aceeaşi,—56^0. Păturile, ca şi cum ar fi stratificate, alunecă unele peste altele, fără să se amestece, de unde şi numele de stratosferă.

Partea înaltă a atmosferei face să apară *crepusculul* de seară şi zorile de dimineaţă; apoi apariţia *meteorilor, aurorelor polare*. Tot atmosfera face să apară *cerul albastru*. In adevăr, lumina în vid se propagă fără perdere de energie. Dacă întâlneşte materie, se difuzează, oricare ar fi dimensiunea obstacolului. Astfel, moleculele de aer (care sunt 3×10^{19} într'un centimetru cub) difuzează lumina solară; şi cum difuzia este mai pronunţată asupra lungimilor de unde mai scurte, bleu este mai difuzat ca roşu şi aşa se explică culoarea albastră a cerului.

Atmosfera noastră imprimă în spectrul Soarelui raze şi bande zise *telurice*. Ele provin din oxigen, din gazul carbonic şi din vapori de apă. Tot atmosfera absoarbe anumite radiaţii, care îngreunează studiul luminii stelelor; multe dintre ele emit maximum de energie în ultraviolet, pe care aerul o suprimă. Această absorbţie devine folositoare pentru viaţa pe Pământ; căci o pătură subţire de ozon din înalta atmosferă, la 40, 50 km. a Pământului, opreşte razele ultraviolete emise de Soare, care dacă ar ajunge la Pământ, ar distruge viaţa.

38. Zorile şi crepusculul. Să considerăm (Fig. 39) un loc A al cărui orizont este HH′. Soarele înainte de a răsări, luminează

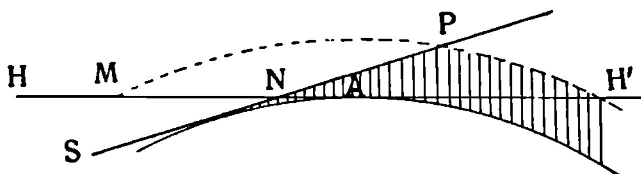


Fig. 39.

o parte din atmosfera deasupra orizontului acestui loc şi anume partea MNP. Această lumină de culoare roşiatică se zice *zorile* de dimineaţă.

Seara, după apusul Soarelui, fenomenul se produce din nou, în sens invers, adică lumina nu dispare odată cu apusul Soarelui, ci mai continuă, slăbind cu încetul. Acesta este *crepusculul* de seară.

Zorile şi crepusculul contribuesc la lungirea zilei, căci timpul cât stă Soarele deasupra orizontului este mai mic decât acela ce numim zi în viaţa practică.

39. Refracţia astronomică. *Putem considera atmosfera formată din straturi de densităţi din ce în ce mai mici.*

Dacă o rază de lumină, venind dela o stea S (Fig. 40) cade oblic pe suprafaţa straturilor atmosferei, ea suferă deviaţii şi trecând din medii mai rare în altele mai dense, se apropie de normală în fiecare din punctele *a*, *b*, *c* şi ajunge la ochiul observatorului în direcţia *c*O. Observatorul din O va vedea atunci steaua în direcţia OS′, prelungirea în sens opus a razei *c*O primită la ochiu, în loc s'o vază în direcţia O*s*.

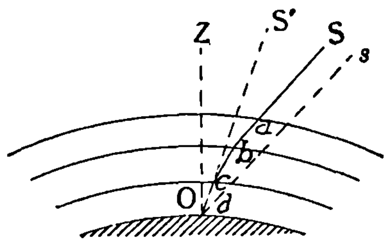


Fig. 61.

Astfel, efectul refracţiei este de a ne face să vedem stelele mai sus decât în poziţia lor adevărată, şi deci înălţimea lor *h* se măreşte cu unghiul *s*OS′. care se numeşte *refracţie astronomică.*

Acest unghiu de deviaţie este cu atât mai mare cu cât steaua e mai depărtată de zenit. Când ea este chiar la zenit, refracţia este nulă, căci razele ce vin dela stea străbat straturile atmosferei căzând normal pe fiecare şi deci nu suferă deviaţii. Din cauza refracţiei, vedem apărând la orizont stelele care se găsesc aproape cu 36 sub orizont.

Tot din cauza refracţiei, atât Soarele cât şi Luna ni se par turtite în sens vertical, când răsar sau apun. Aceasta se explică prin faptul că marginea de jos fiind mai depărtată de zenit, suferă o refracţie mai mare decât marginea de sus, adică, deşi amândouă mărginile se văd mai sus, cea de jos este mai ridicată.

SOARELE

MIŞCAREA APARENTĂ ANUALĂ A SOARELUI. ECLIPTICA.

VII. 40. Mişcarea aparentă anuală a Soarelui. Dacă observăm seara, către regiunea unde apune Soarele, constelaţiile care apun imediat după el, vedem că ele variază în cursul anului şi sunt, în Ianuarie *Săgetătorul*, în Februarie *Vărsătorul*, în Martie *Peştii*, în Aprilie *Berbecele*, în Mai *Taurul*, etc.

Soarele, afară de mişcarea lui aparentă zilnică, care se datoreşte de fapt rotaţiei Pământului şi care produce succesiunea zilelor şi nopţilor, *pare* deci *că se deplasează printre stele* în cursul anului.

Să presupunem că am determinat în fiecare zi, când Soarele trece la meridian, ascensiunea dreaptă şi declinaţia centrului său.

Se observă că ascensiunea dreaptă creşte mereu şi prin urmare pare că Soarele se mişcă pe sfera cerească dela apus spre răsărit, ceeace face că dacă într'o zi Soarele trece la merdianul locului în acelaşi moment cu o stea, a doua zi va ajunge mai întâi steaua şi apoi Soarele. Aceasta explică pentru ce *ziua siderală e mai scurtă decât ziua solară cu aproape* 4 *minute de timp*.

Intr'o zi creşterea ascensiunei drepte a Soarelui e mai mică decât de un grad, şi nu e constantă. De aceea Soarele face ocolul complet în 365 zile şi aproape un sfert.

De asemenea declinaţia creşte şi ea până la $23^0\ 27'$, apoi descreşte, devine negativă, ajunge până la $-23^0\ 27'$ şi începe iarăşi să crească.

41. Ecliptica. Echinocţii şi solstiţii. An tropic. Anotimpuri. Să luăm un glob care să reprezinte sfera cerească, şi pe care să fie trase ecuatorul EE′ (Fig. 41) şi punctul vernal γ de origine a ascensiunilor drepte.

Să însemnăm printr'un punct poziţia Soarelui determinată prin ajutorul ascensiunii drepte şi a declinaţiei lui, în fiecare zi, şi vom avea (Fig. 41) mai multe puncte S, S', S'', care unite, se obţine un cerc mare $\gamma\sigma\Omega\sigma'$, aşezat într'un plan înclinat pe ecuator cu 23° 27' şi care se numeşte *ecliptică*. Ea arată drumul aparent pe care-l urmează Soarele în mişcarea lui pe sfera cerească. De fapt Pământul se mişcă în jurul Soarelui în planul eclipticei.

Ecliptica taie ecuatorul în două puncte γ şi Ω numite *echinocţii*. Punctul γ (gama), unde Soarele trece din emisfera australă în cea boreală, se numeşte *echinocţiul de primăvară* (21 Martie), sau *punct vernal*; cel opus se numeşte *echinocţiul de toamnă* (23 Septembrie).

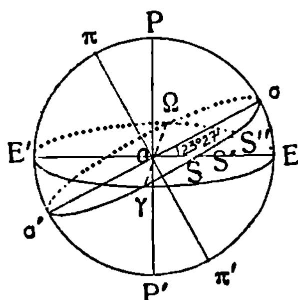


Fig. 41.

Punctul σ unde Soarele ajunge să aibă declinaţia cea mai mare, de 23° 27', se numeşte *solstiţiul de vară* (22 Iunie), iar punctul opus σ' se zice *solstiţiul de iarnă* (23 Decembrie). Dreapta $\sigma\sigma'$ se numeşte linia solstiţiilor. Vom vedea mai departe de ce s'au numit astfel.

Dreapta $\pi\pi'$, perpendiculară pe planul eclipticei, se numeşte *axa eclipticei* şi punctele π, π' *polii eclipticei.*

Cercurile paralele cu ecuatorul, care trec prin polii eclipticei, se zic *cercuri polare.*

Se numeşte *an tropic* timpul cât îi trebue Soarelui ca plecând dela echinocţiul de primăvară γ (punctul vernal) să ajungă din nou în acelaşi punct.

Anul tropic e împărţit în patru anotimpuri; primăvara este timpul ce trece de când Soarele pleacă dela echinocţiul de primăvară γ, până să ajungă la solstiţiul de vară σ; *vara* este timpul ce trece pentru ca Soarele să meargă dela σ la Ω (echinocţiul de toamnă); *toamna* este timpul cât Soarele merge dela Ω la σ' (solstiţiul de iarnă) şi iarna cât Soarele merge dela σ' la γ.

42. Determinarea planului eclipticei pe sfera cerească se face, dacă se cunoaşte poziţia punctului vernal γ pe ecuator şi înclinarea planului eclipticei pe ecuator. Pentru punctul

γ s'a calculat ascensiunea dreaptă a sa (Fig. 42), $O\gamma=5$ ore 42 m 12 s în raport cu steaua R Rigel. Inmulţind cu 15 o aflăm în grade, astfel că arcul $O\gamma$ depe ecuator este cunoscut, şi deci şi poziţia punctului γ.

Linia $\gamma T \Omega$ (Fig. 42) fiind cunoscută, planul eclipticei este determinat, dacă se ştie înclinarea sa, care este latitudinea Soarelui la solstiţiul de vară. S'a găsit că această înclinare, numită *oblicitatea eclipticei*, este de 23°27'.

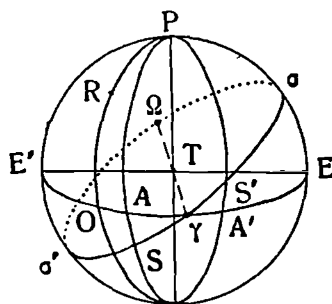


Fig. 42.

43. Punctul vernal luat ca origine a ascensiunilor drepte. Ascensiunile drepte ale unei stele S şi a punctului ♈ în raport cu steaua Rigel fiind 23 ore 55 m. 17 s şi 5 ore 42 m 12 s, atunci ascensiunea dreaptă a stelei S în raport cu punctul ♈ este diferenţa dintre aceste două ascensiuni ale stelei şi punctului ♈ în raport cu steaua Rigel.

44. Punctul vernal luat ca origine a timpului sideral. Momentul când punctul vernal trece la meridianul locului se află astfel: aşezăm pendula siderală la zero ore când steaua Rigel trece la meridian, şi când va arăta 5 ore 42 m 12 s, înseamnă că atunci trece la meridian cercul orar al punctului vernal. Punem în acest moment pendula la zero ore şi de aci înainte ea va arăta ora siderală în raport cu punctul vernal.

45. Precesia echinocţiilor. Am văzut că anul tropic este timpul dintre două treceri ale Soarelui la punctul vernal. S'a observat (de Hiparch, 130 în. Cr.) că punctul γ se mişcă în sens retrograd pe ecliptică cu 50'' pe an, astfel încât dacă Soarele a întâlnit ecuatorul în punctul γ, a doua întâlnire cu ecuatorul va avea loc în punctul γ', care iese înaintea lui γ, căci punctul γ' cel nou, precede cu 50'' echinocţiul considerat. Fenomenul acesta se numeşte *precesia echinocţiilor*. Punctul vernal face ocolul eclipticei (adică revine la aceeaşi poziţie) în 26.000 ani. Deci planul ecuatorului alunecă dealungul eclipticei, în sens retrograd, în 26.000 de ani. De asemenea, axa polilor PP' (Fig. 43)

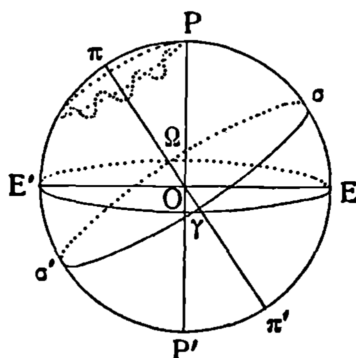


Fig. 43.

variază şi va fi în direcţia altor stele, care vor deveni pe rând stele polare. Cauza precesiei echinocţiilor este atracţia Lunei şi Soarelui asupra Pământului.

Acţiunea Lunei mai produce *Nataţia* axei pământeşti, care este o mişcare de apropiere şi de depărtare a acestei axe de planul eclipticei, în timp de 18 ani şi 8 luni. Deci, planul ecuatorului are o mişcare de oscilaţie către şi dela ecliptică în 18 ani şi 8 luni în jurul unei poziţii mijlocii, iar această poziţie mijlocie alunecă dealungul eclipticei în 26.000 ani. Polul P (Fig. 43) va descrie în acest timp pe sfera cerească o curbă.

46. An sideral. Soarele, în mişcarea lui aparentă pe sfera cerească, trece printre constelaţiile zodiacale *Berbecul, Taurul, Gemenii, Racul, Leul, Fecioara, Cumpăna* (*balanţa*), *Scorpionul, Săgetătorul, Capra, Vărsătorul* şi *Peştii*. Aceste constelaţii au fost scrise în versuri latine de Ausoniu (din Burdigala, azi Bordeaux) în modul următor:

Sunt *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,*
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Semnele pe care le au constelaţiile zodiacale din vechime au fost desenate de Egipteni pe templele lor. Echinocţiul de primăvară era pe atunci în constelaţia Balanţa. Dar din cauza precesiei, punctul vernal a ajuns în constelaţia Peştii.

Tot din această cauză durata anului tropic nu este timpul în care Soarele descrie 360^0 pe ecliptică, deoarece Soarele pornind din γ, revine la noul γ mai înainte, căci acest nou punct vernal îi iese înaintea Soarelui cu $50''$ pe an, aşa că într'un an tropic Soarele descrie pe ecliptică $360^0—50''$. De altfel durata anului tropic poate fi considerată ca şi constantă, căci anul tropic abia variază cu 10 secunde în 2000 de ani.

Se numeşte *an sideral* timpul în care Soarele descrie 360^0 pe ecliptică; astfel că plecând dela un punct fix, să revină la acelaşi punct al sferei cereşti. Valoarea lui este constantă şi se calculează adăugând la durata anului tropic timpul cât descrie pe ecliptică $50''$.

47. Coordonate ecliptice. Longitudinea şi latitudinea cerească. Să ducem axa ecuatorului (Fig. 44) TP, axa eclipticei $T\pi$ şi un cerc mare print'un punct A depe sferă şi prin polul P al ecuatorului; luând ca origine a ascensiunilor drepte punctul γ, γD este ascensiunea dreaptă a punctului A şi DA declinaţia lui. Dacă acum ducem prin A un cerc mare, care să treacă prin

polul π al eclipticei, poziţia punctului A este cunoscută pe sfera cerească, când se cunosc arcele γF, măsurată pe ecliptică şi FA dela ecliptică la punctul A. γF se numeşte *longitudine cerească*, iar FA *latitudine cerească*.

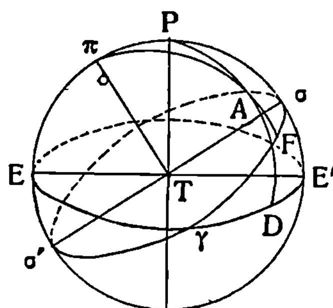


Fig. 44

Longitudinea şi latitudinea cerească formează un sistem de *coordonate ecliptice*, prin care putem determina poziţia punctelor depe sfera cerească şi care sunt întrebuinţate în unele cazuri mai cu folos decât ascensiunea dreaptă şi delinaţia unei stele. Sunt formule care dau valorile unor coordonate cu ajutorul celorlalte.

INEGALITATEA ZILELOR ŞI NOPŢILOR.

VIII. 48. **Inegalitatea zilelor şi nopţilor** se explică observând că declinaţia Soarelui variază între —23°27′, când este la solstiţiul de iarnă, şi 23° 27′, când este la solstiţiul de vară. In acest timp de un an, din cauza mişcării diurne, Soarele descrie (în mod aparent, de fapt Pământul se învârteşte în jurul axei sale a polilor) în fiecare zi un paralel diurn şi timpul cât Soarele este deasupra orizontului se numeşte zi, iar timpul cât Soarele este dedesubtul orizontului, se numeşte noapte. Insemnând (Fig. 46) cu εε′ intersecţia eclipticei cu meridianul, cu SS′ paralelul diurn al Soarelui şi cu HH′ orizontul locului, răsăritul Soarelui este în *r* şi apusul Soarelui în *a*. Zi este intervalul de timp cât Soarele descrie porţiunea *r*S*a* din paralelul diurn, iar noapte, timpul cât descrie porţiunea *a*S′*r*. Pentru mai multă uşurinţă vom reprezenta paralelele diurne prin liniile drepte (Fig. 46) ε*t*, SS′, EE′, *mm*′, *q*ε′, care sunt intersecţiile acestor paralele cu meridianul locului; de asemenea, vom reprezenta orizontul (Fig. 46) prin linia dreaptă HH′, intersecţia lui cu meridianul locului. Astfel că lungimile *d*ε, *c*S, TE, *nm*, *bq* vor reprezenta duratele zilelor, iar *td*, S′*c*, E′T, *m*′*n*, ε′*b* vor reprezenta duratele nopţilor.

Se observă că numai la echinocţii, segmentul TE(Fig. 46) care reprezintă ziua, este egal cu TE′ care reprezintă nopatea.

La solsistiţiul de vară, segmentul *dε* care reprezintă ziua (Fig. 46) este cel maĭ mare; iar la solstiţiul de iarnă, segmentul *bε'* (Fig. 46) care reprezintă noaptea, este cel mai mare. De aci urmează inegalitatea zilelor şi nopţilor, care sunt egale numai la echinoţii (de unde şi numele de echinocţii), 21 Martie şi 22 Septembrie; la solstiţiul de vară (22 Iunie) ziua este cea mai mare, iar la solstiţiul de iarnă (23 Decembrie) noaptea este cea mai mare.

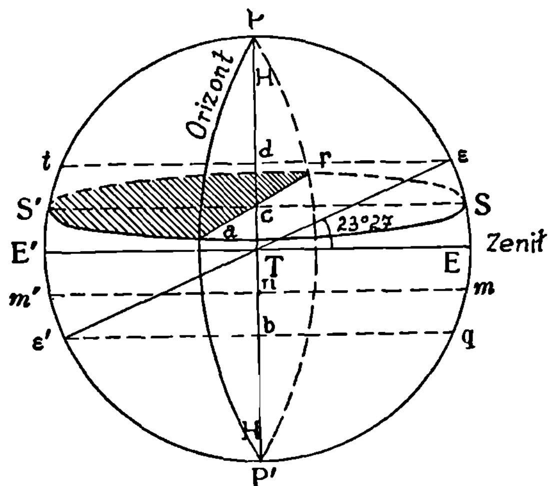


Fig. 45.

I. Pentru un *observator dela ecuator* (Fig. 45) zenitul este TE, orizontul HH' se confundă cu PP'. Paralelele diurne descrise de Soare sunt tăiate toate în două părţi egale de orizont, căci toate aceste cercuri au centrele pe axa PP'. Prin urmare, *în tot timpul anului zilele sunt egale cu nopţile pentru un observator dela ecuator*. Pentru aceste locuri razele solare cad aproape perpendicular pe suprafaţa Pământului, şi deci căldura este cea mai mare.

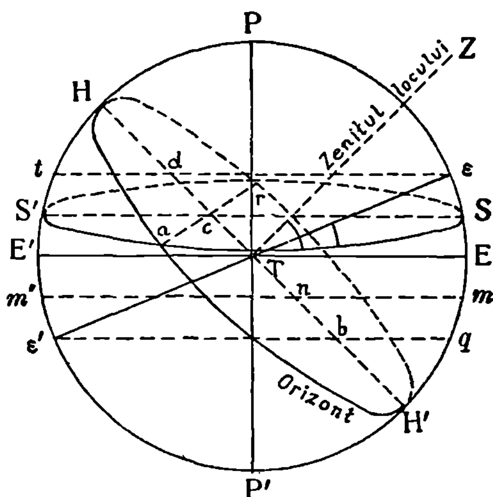


Fig. 46.

II. Să considerăm *un observator aşezat în emisfera boreală, la o latitudine mai mică decât* 66°33' (complimentul unghiului 23° 27' de înclinare al planului eclipticei pe ecuator) *cum ar fi în România* (Fig. 46). Orizontul HH' nu mai taie în două părţi

egale paralelele diurne; zilele nu mai sunt egale cu nopţile în cursul anului. *La echinocţiul de primăvară* paralelul diurn este EE′ şi este tăiat în două părţi egale de orizontul HH′, căci ambele cercuri au centrul în T. Deci în acest timp *ziua este egală cu noaptea.* După echinocţiul de primăvară, declinaţia Soarelui creşte. Soarele descrie alt paralel diurn, SS′. *Ziua,* reprezentată prin S*c*, *creşte*, iar *noaptea* reprezentată prin S′*c* *scade*, până când Soarele ajunge la solstiţiul de vară în ε; atunci ziua, ε*d*, este cea mai mare şi noaptea, *td*, cea mai mică. După această dată, Soarele descrie aceleaşi paralele diurne descrise până acum, şi deci nopţile, S′*c*, încep să crească, iar zilele, *c*S, să scază, până la *echinocţiul de toamnă*; în acest moment paralelul diurn este EE′, *ziua* TE *este egală cu noaptea* TE′. Apoi, paralelul diurn fiind *mm*′, ziua *nm* scade, iar noaptea *m*′*n* creşte, până la *solstiţiul de iarnă*, în ε′, *când* paralelul diurn este ε′*q*; în acest moment *ziua bq este cea mai mică, iar noaptea, ε′b, cea mai mare.* Prin urmare, pentru un loc de latitudine mai mică decât 66° 33′, zilele nu sunt egale cu nopţile, şi numai la echinocţii zilele sunt egale cu nopţile. Pentru aceste locuri razele solare cad oblic pe Pământ şi numai la solstiţiul de vară razele cad aproape perpendicular şi deci căldura este mai mare.

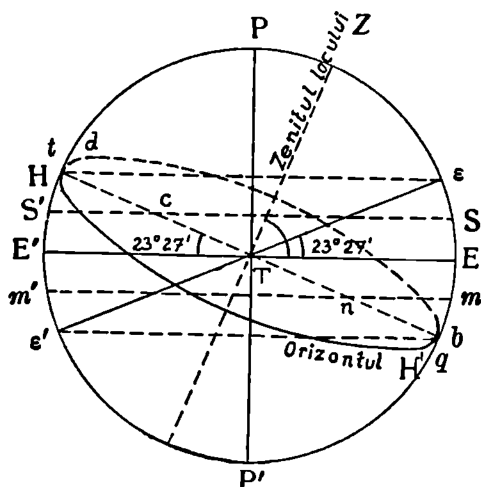


Fig. 47.

III. *Când un observator este la latitudinea* 66°33′ (nordică) (Fig. 47), cum ar fi în oraşul *Hamerfest* în Suedia, orizontul fiind perpendicular pe verticală (zenit), linia HH′ face cu EE′ unghiul HTE′=180—66°33′—90°=23°27′. Deci arcele Eε şi E′H sunt egale, iar linia εH e paralelă cu EE′. Prin urmare, paralelul diurn εH al Soarelui *la solstiţiul de vară* taie numai într'un singur punct H orizontul; deci *nu mai avem noapte* în acest timp, *ci* numai

zi continuă de 24 *ore*. De asemenea, la solstiţiul de iarnă, avem noapte continuă 24 ore şi zi nu mai este. In mod analog se vede că şi pentru această localitate în cursul unui an, zilele nu sunt egale cu nopţile, iar la echinocţii, zilele sunt egale cu nopţile.

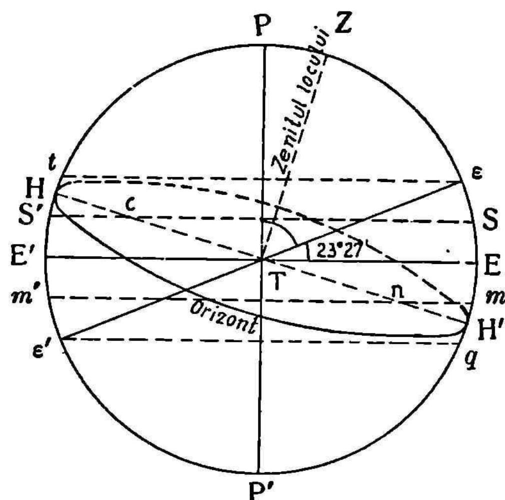


Fig. 48.

IV. *Pentru un observator aproape de polul nord* (Fig. 48), sunt paralele diurne care nu mai taie orizontul, adică avem zi continuă de mai multe zile, şi de asemenea, aproape de solstiţiul de iarnă, noapte continuă. Dacă am fi chiar la polul nord, vom avea 6 luni zi continuă şi 6 luni noapte continuă. Razele solare căzând foarte oblic pe Pământ, temperatura este foarte scăzută.



Fig. 49. *Capul Nord*. Soarele în miezul nopţii.

Observare. De oarece numai când Soarele ajunge la ecuator în punctele γ, Ω, zilele sunt egale cu nopţile, pentru orice loc de pe Pământ, aceste puncte se numesc *echinocţii*.

49. Clima anotimpurilor depinde de direcţia razelor solare în raport cu suprafaţa Pământului pe care o încălzesc, precum şi de lungimea zilelor. Iarna, în ţinuturile noastre, razele solare · cad mai oblic pe Pământ ca vara, deci produc mai puţină căldură. Mai mult, ziua fiind mai scurtă, cantitatea de căldură primită zilnic de Pământ va fi mai mică iarna decât vara. Deşi Pământul este mai aproape de Soare iarna decât vara, această diferenţă de distanţă este prea mică pentru a putea compensa influenţele fundamentale expuse mai sus. De altfel, climatul unei regiuni depinde de un mare număr de împrejurări, cum sunt înălţimea locului, distribuţia mărilor şi uscatului, existenţa curenţilor marini, care schimbă mult condiţiile pur astronomice.

MIŞCAREA PĂMÂNTULUI IN JURUL SOAARELUI

IX. 50. Introducere geometrică despre elipsă. Vom da câteva noţiuni asupra elipsei, căci drumul (orbita) descris de Pământ în jurul Soarelui este o curbă numită elipsă.

Elipsa e o curbă închisă, ale cărei puncte au proprietatea că *suma distanţelor la două puncte fixe, numite focare, este aceeaşi pentru toate punctele curbei.* F şi F′ (Fig. 50) fiind focarele şi M, M′, M″ punctele elipsei, avem

$$MF+MF'=M'F+M'F'=M''F+M''F = a = \text{const.}$$

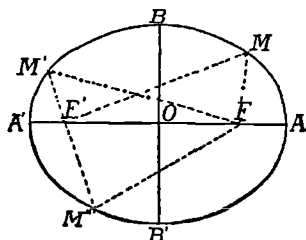


Fig. 50.

Dreapta AA′ $= 2a$, care trece prin cele două focare şi se mărgineşte la curbă se numeşte *axa mare* a elipsei, iar extremităţile ei A şi A′ se numesc *vârfurile axei mari a elipsei*; punctul O, mijlocul distanţei celor două focare, este *centrul elipsei*; perpendiculara BB′ $= 2b$ pe axa mare, trecând prin centru, se numeşte *axa mică.* Dreapta FM, care uneşte un focar F cu un punct M al curbei, se numeşte *rază vectoare.* Suma distanţelor unui punct al curbei la cele două focare este egală cu axa mare.

51. Probe de mişcarea Pământului în jurul Soarelui. Paralaxa anuală. Aberaţia stelelor. Fie că Soarele se învârteşte în jurul Pământului, fie că Pământul se învârteşte în jurul Soarelui, în acelaşi sens, aparenţele sunt acelaşi. In adevăr, dacă Soarele s'ar mişca în jurul Pământului T fix dela S_1 la S_2 (Fig. 52), el va fi văzut de observatorul fix T în dreptul aceloraşi constelaţii, ca şi în cazul când Soarele ar fi fix în S (Fig. 53) şi observatorul s'ar mişca din T_1 în T_2.

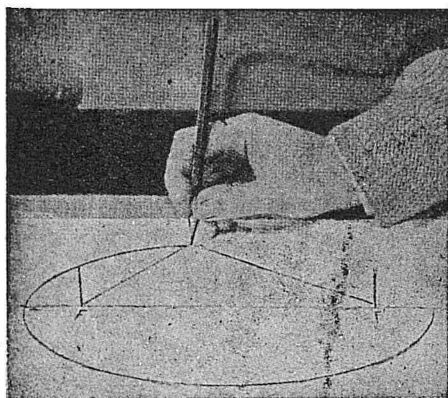


Fig. 51. Tragerea elipsei cu un creion, cu ajutorul unui fir întins.

S'a dovedit însă că Pământul se învârteşte în jurul Soarelui. Aceste probe sunt următoarele.

1. *Pa alaxa anuală.* Observatorul din T_1 (Fig. 54) privind o stea E, o vede proectată pe sfera cerească în E_1; observatorul mişcându-se în jurul Soarelui S, după şase luni ajunge în T_2,

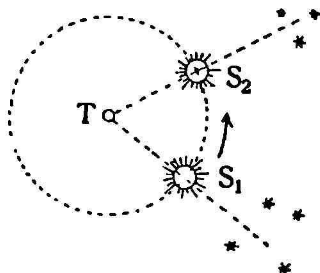


Fig. 52.

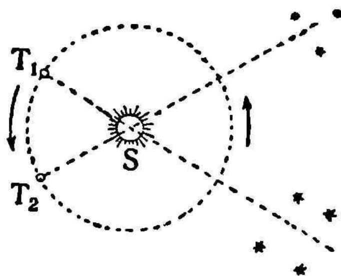


Fig. 53.

de unde privind aceeaşi stea, o vede proectată pe sfera cerească în E_2. Jumătatea unghiului T_1ET_2 se zice *paralaxa* stelei E. Pământul mişcându-se în jurul Soarelui, steaua proectată va părea că descrie pe sfera cerească o mică curbă în acelaşi sens ca acela al mişcării Pământului în jurul Soarelui. S'a dovedit că stelele descriu în mod aparent mici elipse, pe sfera cerească, fapt care nu poate să aibă loc decât în cazul când Pământul se învârteşte în jurul Soarelui.

Stelele sunt aşa de mult depărtate, încât pentru ce mai apropiată stea unghiul de paralaxă este mai mic decât o secundă de arc.

2. O altă probă este fenomenul *aberaţiei* ( ), care face să vedem stelele într'o direcţie aparentă DA (Fig. 55) deosebită de cea adevărată *BA* cu un unghiu de 20″ acelaşi pentru toate stelele. Aceasta este o nouă probă a mişcării Pământului în jurul Soarelui, care nu se poate explica decât combinând vitesa Pământului în jurul Soarelui cu vitesa luminii. Un exemplu de compunere de mişcări, îl avem observând că dacă plouă, cu cât mergem mai repede, cu atât trebue să ţinem mai înclinată umbrela.

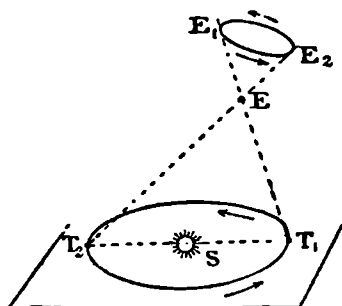


Fig. 54.

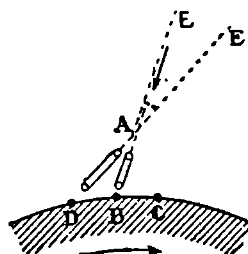


Fig. 55.

Din cele expuse mai sus, rezultă că Soarele este fix şi că Pământul se mişcă în jurul Soarelui în planul eclipticei. Timpul în care Pământul face ocolul în jurul Soarelui este *anul tropic* şi are 365,24 zile mijlocii aproape.

52. Forma orbitei descrisă de Pământ în jurul Soarelui. Intâia lege a lui Kepler. Dacă măsurăm diametrul aparent al soarelui (Fig. 56), adică unghiul ATB sub care se vede Soarele, se observă că variază şi că este cel mai mare pela 1 Ianuarie (de 32′36″) şi cel mai mic pela 1 Iulie (de 31′32″). Se ştie însă că noi vedem un corp cu atât mai mic, cu cât este mai departe. Deci Pământul nu rămâne tot timpul la aceeaşi depărtare de Soare, ci este mai aproape iarna şi mai departe vara; astfel că drumul descris de Pământ în jurul Soarelui nu este un cerc.

(1) Descoperit de *Bradley* (1729).

Să măsurăm diametrele aparente Δ, Δ', Δ'' ale Soarelui în mai multe zile consecutive și să însemnăm cu d, d', d'', depărtările Pământului de Soare în acele zile. Cum diametrul aparent al Soarelui variază în raport invers cu depărtarea d, urmează

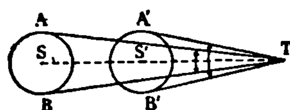


Fig. 56.

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Delta}{\Delta'}, \quad \frac{d''}{d} = \frac{\Delta}{\Delta''}, \ldots,$$

de unde

$$d' = \frac{\Delta}{\Delta'} d, \quad d'' = \frac{\Delta}{\Delta''} d, \ldots,$$

Luând pentru d o lungime după voie, vom afla pe d', d'',..... căci Δ, Δ', Δ'', ...sunt măsurate.

Măsurând longitudinea cerească a Soarelui S în zilele respective, putem afla direcțiile ST, ST', ST'' în care se află Pământul pe planul eclipticei; luând apoi pe aceste direcții lungimi ST, ST', ST''...., egale cu d, d', d'',..., și unind punctele T, T', T'',... cu o trăsătură continuă, obținem o elipsă.

Curba descrisă de Pământ în jurul Soarelui este o elipsă, așezată în planul eclipticei, Soarele fiind într'unul din focarele elipsei. Aceasta este întâia lege a lui *Kepler*.

Vârful axei mari al elipsei cel mai apropiat de Soare se zice *perigeu*, iar vârful opus cel mai depărtat de Soare se zice *apogeu* (Fig. 57).

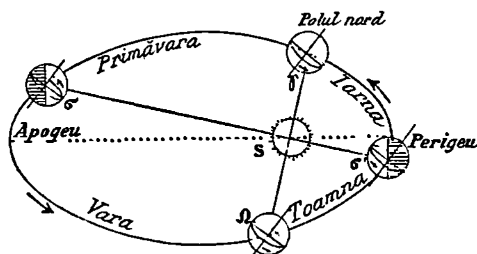


Fig. 57.

Intersecția $\gamma\Omega$ (Fig. 57) a planului eclipticei cu al ecuatorului este *linia echinocțiilor* (Nr. 41). Dreapta din planul eclipticei, dusă prin centrul Soarelui, perpendiculară pe linia echinocțiilor, este linia *solstițiilor* $\sigma\sigma'$. Din cauza precisiei echinocțiilor, linia solstițiilor face ca axa mare a orbitei un unghiu de aproape 11°. Când Pământul este în σ' (Fig. 57) este solstițiul de iarnă (23 Decembrie); în γ este la echinocțiul de primăvară (21 Martie), în σ la solstițiul de vară (22 Iunie), în Ω la echinocțiul de toamnă (23 Septembrie).

Pământul se mișcă în jurul Soarelui în sens direct, sensul rotației Pământului în jurul axei sale. In această mișcare linia polilor pământești se deplasează conservând aceeași direcție, rămânând paralelă cu ea însăși, și deci planul ecuatorului

pământesc rămâne paralel cu el însăşi. Depărtarea mijlocie a Pământului de Soare este de 23400 ori mai mare ca raza pământească, ceeace face 150 milioane de kilometri. Orbita descrisă de Pământ fiind aproape un cerc, lungimea sa este egală cu $2\pi \times 150.000.000$ kilometri.

Intr'o zi sunt $24 \times 60 \times 60 = 86400$ secunde; apoi anul tropic având 365,24 zile, timpul în care Pământul se învârteşte în jurul Soarelui este $86.400 \times 365,24$ secunde. Vitesa Pământului în această mişcare se obţine împărţind spaţiul cu timpul, şi este

$$\frac{2\pi \times 150.000.000}{86.400 \times 365,24} = 30 \text{ km. aproape.}$$

Deci vitesa Pământului în jurul Soarelui este de 30 kilometri pe secundă.

53. Legea ariilor. A doua lege a lui Kepler. Mişcarea Pământului în jurul Soarelui nu este uniformă şi anume se constată că Pământul se mişcă mai repede iarna când este mai aproape de Soare, decât vara când este mai departe.

Fie (Fig. 58) T_1 şi T_3 poziţiile Pământului la două epoci ale anului şi $d = T_1S$, $d' = T_3S$ depărtările lui de Soare.

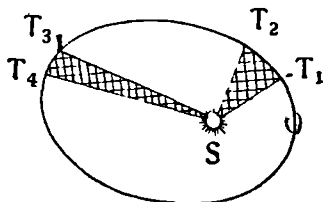


Fig. 58.

Unghiurile $T_1ST_2 = a$, $T_3ST_4 = a'$, descrise de razele vectoare într'o zi sunt vitesele unghiulare ale Pământului la aceste două epoci. S'a văzut însă că Pământul n'are mişcare uniformă în jurul Soarelui, deci vitesele unghiulare nu sunt aceleaşi; şi anume variază în raport invers cu pătratele depărtărilor de Soare, adică

$$\frac{a}{a'} = \frac{d'^2}{d^2}, \qquad (1)\ ad^2 = a'd'^2.$$

Insă în timp de o zi sectoarele T_1ST_2, T_3ST_4 pot fi considerate ca circulare şi deci suprafeţele lor vor fi egale cu

$$(2) \qquad T_1ST_2 = \frac{\pi d^2 a}{360^0}, \qquad T_3ST_4 = \frac{\pi d'^2 a'}{360^0}.$$

Inmulţind în (1) cu $\frac{\pi}{360}$, avem

$$\frac{\pi d^2 a}{360^0} = \frac{\pi d'^2 a'}{360^0}$$

Observând (2), rezultă

$$\text{Supr. } T_1ST_2 = \text{Supr. } T_3ST_4,$$

adică suprafeţele descrise în timpuri egale sunt egale.

Legea ariilor la care este supusă mişcarea Pământului, analoagă şi pentru planete, este următoarea: *Suprafeţele (ariile) descrise în timpuri egale de raza vectoa e care uneşte Soarele, cu Pământul sunt egale.* Aceasta este a doua lege a lui Kepler.

TIMPUL ŞI MĂSURA LUI.

X. 81. **Zi solară adevărată.** Am numit *zi siderală,* timpul care trece de când o stea pleacă dela meridian până ajunge la meridian. Acest timp am văzut că e constant.

Zi solară adevărată, este timpul dintre două treceri consecutive ale Soarelui la meridian; acest timp este ceva mai lung decât ziua siderală, cu aproape 4 minute, însă nu e constant din două cauze. Intâi, pentru că Soarele *nu are o mişcare uniformă pe ecliptică* şi al doilea, *fiindcă ecliptica e înclinată pe ecuator.*

55. Zi solară mijlocie. Timp mijlociu. Pentru a fixa o unitate de timp care să fie constantă şi în acelaşi timp cât se poate mai apropiată de ziua solară adevărată, s'a imaginat atunci un *Soare mijlociu,* care să se mişte uniform pe ecuator. Timpul între două treceri consecutive ale acestui soare mijlociu la meridian se numeşte zi *solară mijlocie,* şi rămâne tot timpul aceeaşi. Timpul măsurat după mersul acestui Soare se numeşte *timp solar mijlociu.* Diferenţa dintre orele arătate de două pendule, una după mersul soarelui mijlociu şi alta după mersul celui adevărat, se numeşte ecuaţia timpului şi este cel mult 17 minute.

In viaţa civilă, *originea* zilei este *miezul nopţii mijlocii* şi orele se socotesc dela 0 la 24. Astronomii fixează începutul zilei solare mijlocii cu 12 ore mai târziu, adică miezul zilei mijlocii.

56. Ora legală. Fusuri orare. Ora mijlocie stabilită după cum am văzut mai sus este aceeaşi pentru toate localităţile situate pe acelaşi meridian, dar ea diferă dela un meridian la altul.

S'a împărţit suprafaţa globului pământesc în 24 fusuri, cuprinse fiecare între două meridiane care fac între ele un unghiu de 15°. Primul fus are în mijloc meridianul care trece prin Observatorul astronomic din *Greenwich* (lângă Londra). Orice ţară ia ca oră legală aceea a meridianului central al fusului unde

se găsește, iar indicația minutelor și secundelor rămân aceleași pentru tot Pământul.

Europa se întinde pe trei fuse. In fusul întâi se ia ca oră legală aceea din Greenwich; aceesta e ora Europei occidentale. Astfel sunt Anglia, Irlanda, Franța, Belgia, Olanda, Luxemburg, Spania și Portugalia.

Ora Europei centrale din fusul al doilea, e mai mare cu o oră decât cea a primului fus. Elveția, Italia, Germania, Danemarca, Norvegia, Suedia, Iugoslavia și Ungaria, au ora legală a Europei centrale. Ora Europei orientale, în fusul al treilea, este cu două ore mai mare ca aceea a Europei occidentale. România, Polonia, Bulgaria, Grecia, Turcia din Asia și Egiptul au ora Europei orientale.

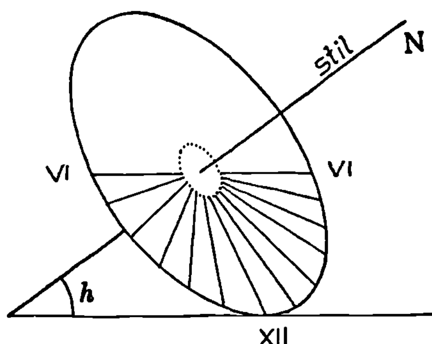


Fig. 59. Principiul cadranului ecuatorial.

Când trecem din România în Italia, ora legală a acestei țări o găsim înapoi cu o oră, pentrucă Italia ține de Europa centrală, pe când noi ținem de Europa orientală și orele acestor două regiuni diferă cu o unitate. Ora în New-York este cu 7 ore mai mică de cât cea din România, iar în Japonia este cu 7 ore mai înaintată.

In toate locurile de pe Pământ, în acelaşi moment, ceasurile trebue să arate aceeași minută și aceeași secundă, numai numărul orelor este deosebit, după fusul respectiv.

Determinarea exactă a orei, este o operație delicată care este realizată în Observatoarele astronomice. Dar, cu ajutorul telegrafiei fără fir, se poate transmite ușor ora exactă (1).

In timpurile vechi ora locală se determina cu ajutorul *cadranelor solare*. Pe un cerc material (de lemn sau carton), să tragem raze din 15 în 15 grade (Fig. 59) și să fixăm în centrul acestui cerc o axă perpendiculară pe acest cerc. Să așezăm această axă ca să fie în planul meridianului și în acest plan să o înclinăm până devine paralelă cu axa lumii, adică această axă să facă cu orizontul un unghiu

(1) Mai mult, s'a instalat în 1933, la Observatorul din Paris, un orologiu vorbitor, care dă publicului ora exactă.

egal cu înălţimea *h* a polului deasupra orizontului. Când Soarele trece la meridian, umbra tijei va fi în planul vertical nord-sud, şi raza în dreptul căreia va fi umbra va indica miezul zilei. Din cauza rotaţiei Pământului, după o oră Pământul s'a învârtit cu 15°, umbra tijei va arăta ora 1 şi aşa mai departe. Acest cadran se zice ecuatorial, căci planul cercului orelor coincide cu ecuatorul ceresc. In timpul primăverei, verii, umbra se va proecta pe suprafaţa superioară; toamna şi iarna se citeşte ora pe faţa inferioară.

57. Durata anului tropic şi anului sideral. Am văzut că se numeşte an tropic, timpul cuprins între două treceri consecutive ale Soarelui la acelaşi echinocţiu, sau de acelaşi solstiţiu.

Durata anului tropic, în zile mijlocii, e de 365,24 zile, sau 365 zile 5 ore, 48 m.

Durata anului sideral, adică timpul în care Soarele descrie pe ecliptică 360°, este egală cu durata anului tropic, mărită cu timpul în care Soarele descrie pe ecliptică un arc de 50″ (din cauza precesiei) şi se găseşte 365, 256 zile solare mijlocii, sau 365 zile, 6 ore, 9 m.

58. Calendar. Prin calendar se aranjează durata anului civil şi subîmpărţirile lui. Anul civil trebue să fie format dintr'un număr exact de zile. Sunt mai multe feluri de calendare (1).

Calendare lunare, care sunt bazate pe mişcarea Lunei, cum e calendarul musulman. *Calendare luni-solare*, în care se ţine seama şi de mişcarea Lunei şi de anul tropic, cum e *calendarul evreesc*. *Calendare solare* bazate numai pe durata anului tropic.

Calendarul iulian. *Iuliu Cezar*, din îndemnul astronomului grec *Sosigene* (45 a. Cr.), care credea că durata anului tropic este egală cu 365 zile, 25, decise ca din patru ani consecutivi, trei să fie de 365 zile şi al patrulea de 366 zile, când se zicea bisextil. Ziua se adăuga în luna Februarie, care avea 28 sau 29 zile.

Anul 753, dela fondarea Romei, s'a întâmplat să fie bisextil. Acest an a devenit era creştină, fiindcă atunci s'a fixat data naşterii lui Christ. Anii 1, 2, 3, după naşterea lui Christ, au fost deci ani ordinari de câte 365 zile, iar anul al patrulea bisextil. De aci înainte toţi anii, din 4 în 4, adică toţi *anii, al căror număr se împarte cu* 4, *au fost bisextili.*

Diferenţa dintre anul civil Iulian şi anul tropic este aproape 3 zile în timp de 400 ani.

---

(1) La Chinezi (2000 de ani în. Cr.) a fost o instituţie pentru stabilirea calendarului.

59. Serbarea Paştelor. In Sinodul dela Nicea la 325, s'a hotărât ca *Paştele să se sărbătorească în prima Duminică care vine îndată după lună plină ce cade după 20 Martie.*

De aci a rezultat că Dumineca Paştelor să cadă între 22 Martie şi 25 Aprilie, căci dacă luna plină se întâmplă să fie îndată după 20, adică la 21 Martie şi dacă totdeodată această zi este o sâmbătă, atunci a doua zi dumineca la 22 Martie va fi Paştele; dacă însă luna plină din Martie vine tocmai la 20, trebue să se aştepte luna plină următoare care vine a 30-a zi, adică la 18 Aprilie; şi dacă această zi va fi o duminecă, atunci dumineca următoare, adică la 25 Aprilie, va fi Paştele.

60. Calendarul Gregorian. Valoarea de 365,25 zile, atribuită anului civil, am văzut că este mai mare decât anul tropic şi diferenţa se ridică la aproape trei zile în timp de 400 ani.

Papa *Gregorie al XIII-a*, pe timpul căruia echinocţiul astronomic cădea cu 10 zile înainte de 21 Martie, adică la 11 Mariţe. hotărî mai întâi ca din anul 1582 să se suprime 10 zile. Pentru aceasta, decretă că, a doua zi după joi, 4 Octombrie, să se socotească vineri 15 Octombrie. Cu modul acesta echinocţiul cădea tot la 21 Martie

Pentru a nu se mai greşi, s'a dispus ca trei ani seculari consecutivi, ai căror sute nu se împart cu 4 să fie socotiţi ca ani obişnuiţi, iar al patrulea an secular al cărui sută se împarte exact cu 4 să fie bisextil (de 366 zile). Astfel 1600 a fost bisextil, iar anii 1700, 1800, 1900 au fost ani obişnuiţi.

PARALAXA SOARELUI. DEPĂRTAREA ŞI MĂRIMEA SOARELUI

XI. 61. Paralaxa Soarelui. Să considerăm locul A (Fig. 60) la suprafaţa Pământului, unde verticala locului este TZ şi fie S Soarele. Unghiul AST$=p$, sub care se vede din Soarele S raza TA a Pământului se zice *paralaxa* Soarelui. Observatorul din A măsoară distanţa zenitală ZAS$=z$ la suprafaţa Pământului, pe când în tabelele astronomice acestea se calculează pentru centrul T al Pământului, unde corespunde distanţa zenitală ZTS$=z_1$. Observând că în triunghiul ATS, unghiul ZAS$=z$ este exterior, vedem că avem

$$z=z_1+p, \quad z_1=z-p,$$

astfel că este o corecţie p ce trebue făcută distanţei zenitale observate z, pentru a avea pe z_1 din Tabele.

Insemnând cu r=AT raza Pământului, cu d=TS depărtarea Soarelui de Pământ, din triunghiul ATS, avem

$$\frac{AT}{\sin AST} = \frac{TS}{\sin TAS}.$$

Inlocuind AT=r, TS=d, AST=p, sinTAS=sinZAS=sin$z$ (căci unghiurile TAS şi ZAS fiind suplimentare au sinusurile egale), relaţia de mai sus devine

$$\frac{r}{\sin p} = \frac{d}{\sin z}, \qquad (1) \ \sin p = \frac{r}{d} \sin z.$$

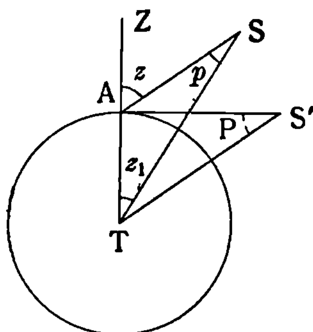


Fig. 60.

Să presupunem că Soarele S′ (Fig. 60) vine la orizontul locului A (adică AS′ este tangentă în A la cercul ce reprezintă Pământul). Unghiul P=AS′T este *paralaxa orizontală* a Soarelui, şi are valoarea 8″,8.

Din triunghiul dreptunghic ATS′, unde AT=r, TS′=d depărtarea Soarelui, avem

$$AT = TS' \sin AS'T, \qquad r = d \sin P,$$

de unde

$$\sin P = \frac{r}{d}.$$

Unghiul P=8″,8 find foarte mic, se poate înlocui sinusul cu unghiul şi relaţia (2) devine

$$\frac{r}{d} = P.$$

Inlocuind în (1) pe $\frac{r}{d}$, avem

(3) $$\sin p = P \sin z,$$

care este relaţia dintre paralaxa orizontală P şi paralaxa de înălţime p a Soarelui, corespunzătoare distanţei zenitale z.

62. Depărtarea Soarelui. Presupunem Soarele la orizont în S′ (Fig. 60). Depărtarea sa TS′=d se calculează din triunghiul dreptunghic TAS′, în care avem

$$AT = TS' \sin A'ST, \quad r = d \sin P, \quad d = \frac{r}{\sin P},$$

unde se înlocueşte paralaxa orizontală $P=8'',8$. Acest unghiu fiind foarte mic, se poate înlocui sinusul cu unghiul, şi avem

$$(4) \qquad d=\frac{r}{P}.$$

In această formulă toate numerele reprezintă lungimi, numai unghiul P este dat în secunde de arc. Dar, se poate considera unghiul că este la centru în cercul cu raza R căruia îi corespunde arcul AB; şi atunci unghiul are aceeaşi măsură ca arcul AB, care se reprezintă în unităţi de lungime. Luând ca unitate de măsură a unghiului, radianul (unghiul la centru corespunzător arcului egal cu raza, aproape 57^0), atunci $\frac{\text{arc AB}}{R}$ este măsura unghiului în radiani. Dar la unghiul de 360^0 corespunde arcul egal cu lungimea $2\pi R$ a cercului. Deci unghiul

$360^0=360\times60\times60=1296000''$ valorează $\frac{2\pi R}{R}=2\pi$ radiani

$1''$ „ $\frac{2\pi}{1296000}$ „

P'' „ $\frac{2\pi P}{1296000}$ „

Inlocuind în (4) P cu valoarea găsită în radiani, şi $\pi=3,14$, avem

$$d=\frac{r}{\frac{2\pi P}{1296000}}=\frac{1296000}{6,28}\frac{1}{P}r=\frac{206265}{P}r,$$

$$(5) \qquad d=\frac{206265}{P}r,$$

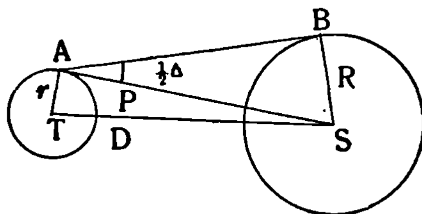


Fig. 61

care dă depărtarea d a Soarelui, când se cunoaşte paralaxa sa orizontală P exprimată în secunde.

Inlocuind $P=8'',8$, s'a găsit că depărtarea este $23439\ r$. Raza r a Pământului fiind 6370 km, s'a aflat că depărtarea Soarelui de Pământ este 150.000.000 km.

63. Mărimea Soarelui. Fie S (Fig. 61) Soarele la orizont, adică AS tangentă la cercul T care reprezintă Pământul. Să ducem din punctul A, poziţia observatorului o tangentă AB (raza vizuală) la cercul S care reprezintă Soarele şi fie R raza Soarelui.

Observatorul din A măsoară în lunetă unghiul Δ sub care se vede diametrul discului solar (diametrul aparent). Unghiul $BAS = \frac{1}{2}\Delta$ este semidiametrul aparent, iar $AST = P$ este paralaxa orizontală a Soarelui. Din triunghiurile BAS, SAT, (Fig. 61) deducem

$$R = SA \sin\frac{1}{2}\Delta, \quad r = ST \sin P,$$

r fiind raza Pământului. Dar, din cauza marei depărtări a Soarelui, putem lua $AS = TS = d$ distanţa Soarelui de Pământ şi deci

$$R = d \sin\frac{1}{2}\Delta, \quad r = d \sin P,$$

de unde prin împărţire

$$\frac{R}{r} = \frac{\sin\frac{1}{2}\Delta}{\sin P}, \quad (6)\ R = \frac{\sin\frac{1}{2}\Delta}{\sin P} r,$$

sau, din cauză că unghiurile Δ şi P sunt mici, avem $R = \frac{\frac{1}{2}\Delta}{P} r$.

Această relaţie dă raza R a Soarelui în funcţie de raza r a Pământului.

Diametrul aparent Δ al Soarelui este $32' 2''$, şi înlocuind $P = 8'',8$, se găseşte $R = 109\, r$, adică raza Soarelui este de 109 ori mai mare ca raza Pământului.

Însemnând cu v şi V volumele Pământului şi Soarelui, ştim din Geometrie că

$$(7) \qquad \frac{V}{v} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{R^3}{r^3}, \quad \frac{V}{v} = \frac{(109\, r)^3}{r^3} = (109)^3,$$

relaţie care dă volumul Soarelui şi este de 1.295.000 ori mai mai mare decât volumul Pământului.

CONSTITUŢIA SOARELUI

XII. 64. Structura generală. Soarele ne apare ca un disc strălucitor, de culoare galbenă. Privit cu luneta, se vede că partea centrală este mai strălucitoare şi mai albăstrue decât marginea discului care pare mai închisă şi mai roşiatică.

Soarele este format dintr'un nucleu central, înconjurat concentric de patru învelişuri, care începând dela centru sunt *fotosfera, învelişul absorbant, cromosfera şi coroana*. Dar nu este o separare distinctă între aceste învelişuri.

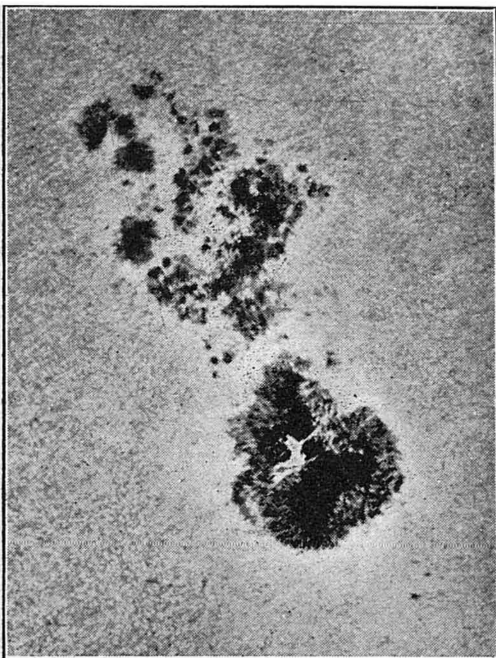


Fig. 62. Suprafaţa Soarelui. Fotosfera, granulaţii, pete. Fotografie Janssen, Observatorul din Meudon (Paris).

65. Fotosfera este suprafaţa luminoasă care înconjură nucleul şi este singurul înveliş care se vede cu ochii liberi. Fotosfera are **raza** de 700.000 km.

Fotosfera observată cu instrumente puternice, prezintă un aspect granulos. Aceste granulaţii, în stare incandescentă, sunt foarte strălucitoare, în continuă mişcare, şi au diametrul uneori mai mare ca o mie de kilometri. Ele se strâng şi formează părţi foarte luminoase, numite *facule*, care apar ca nori luminoşi. Observând o fotografie a Soarelui, se văd puncte negre, care corespund la părţi mai puţin luminoase din fotosferă, şi care se zic *pete* (1). Ele au formă aproape rotundă, cu neregularităţi pe margine, iar diametrul lor este mai mare ca al Pământului. Petele sunt cu temperatura aproape 4000°, iar fotosfera aproape 7000°.

(1) Petele solare au fost observate întâia oară de *Galileu* la Pisa în 1611.

66. Rotaţia Soarelui. Se observă pe discul solar că faculele sunt în toate regiunile, pe când petele ocupă două zone, mergând dela 5^0 la 30^0 la nord şi la sud de ecuatorul discului.

Petele se deplasează dela o margine la alta a discului solar, în timp de aproape 14 zile, care probează că Soarele are o miş-

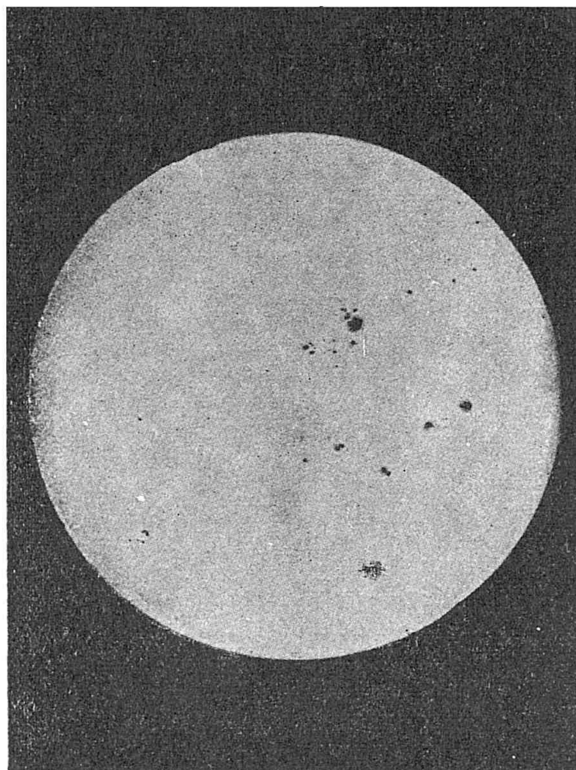


Fig. 63. Fotografia Soarelui la Observatorul din Juvisy (24 Sept. 1917).

care de rotaţie în sens direct. Petele au o durată scurtă, căci dispar după două sau trei rotaţii în jurul axei Soarelui.

Dar Soarele nu se învârteşte cu o mişcare egală în toate părţile sale ca un corp solid. Durata de rotaţie se măreşte dela ecuatorul său la poli, variind dela 25 la 35 de zile. De altfel, toate învelişurile Soarelui iau parte la mişcarea de rotaţie, cu vitese diferite, după poziţia lor.

67. Periodicitatea petelor. Numărul petelor variază dela un an la altul. Apariţia lor prezintă o perioadă de 11 ani aproape (¹).

Sunt ani de minimum, în care petele sunt foarte puţine, cum au fost *1912*, 1923, 1934. Apoi timp de aproape 4 ani numărul lor se măreşte, rămâne constant în timpul unui an de maximum, apoi descreşte în timp de aproape 6 ani. Şi poziţiile lor sunt în legătură cu aceasta perioadă. Ele apar mai departe de ecuatorul discului după timpul când numărul lor este cel mai mic şi apoi se apropie, şi ciclul începe din nou.

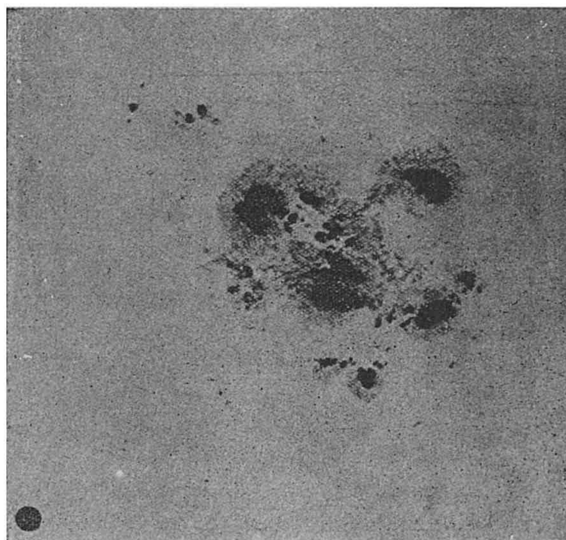


Fig. 64. Grupe de pete solare, 8 August 1917 (Observatorul Muntele Wilson). Jos la stânga Pământul comparat cu petele.

68. Analiza spectrală. Învelişul absorbant al fotosferii. Constituţia Soarelui s'a studiat *cu analiza spectrală.*

Lumina (²) este singurul mijloc cu ajutorul căruia s'au putut

(¹) S'a observat că activitatea petelor este mai pronunţată la 23 ani.

(²) Se ştie că culoarea indică lungimea de undă a radiaţiei luminoase. Ochiul nostru este sensibil numai pentru unde cuprinse între cele care dau culorile violet, indigo, bleu, verde, galben, portocaliu, roşu. Dincolo de violet, sunt unde mai scurte, ultraviolete, care au o acţiune foarte puternică asupra plăcilor fotografice. Mai scurte sunt razele X, razele γ de Radiu şi razele cosmice. De partea undelor lungi, dincolo de roşu, sunt razele calorifice sau infraroşii, apoi şi mai lungi sunt undele de T.F.F. (telegrafie fără fir).

afla cunoştinţele noastre despre stele şi Univers. Studiul spectrului stelelor, fotografiat cu *spectrograful*, a dat rezultate neprevăzute ([1]).

Spectrul Soarelui este un spectru luminos brăzdat cu raze negre. De aci rezultă că suprafaţa Soarelui, adică fotosfera este formată din gaze incandescente sub o mare presiune, producând fondul luminos al spectrului; razele negre probează că fotosfera este înconjurată de o pătură gazoasă mai puţin caldă, sub o presiune mai mică, numită *învelişul absorbant al fotosferii*, cu o grosime aproape de 700 km.



Fig. 65. Apariţia învelişului absorbant, momentul formării spectrului fulger; apariţia cromosferei şi protuberanţelor.

Identificarea acestor raze negre din spectrul solar (care sunt aproape 22.000) a permis determinarea structurii Soarelui. S'a arătat că toate corpurile pământeşti se află şi în Soare. Un element, heliu (dela helios soare), văzut în Soare în 1868, abia după 30 de ani a fost descoperit în Pământ. Către 1917 s'a găsit heliu în mare cantitate în gazele naturale care ies din pământ în anumite locuri din Statele-Unite şi acum acest gaz serveşte ca să umple dirijabile.

Elementul dominant este ferul, acompaniat de metalele din aceeaşi familie, nichel, crom, etc. Calciu foarte abondent constitue a doua grupă cu magneziu, siliciu, aluminiu, sodiu, etc. Oxigenul şi carbonul par rare din motive spectroscopice. Hidrogenul şi heliu sunt mai abondente ([1]).

Invelişul absorbant poate fi văzut direct, o secundă sau cel

([1]) Pentru acelaş gaz, se pot obţine trei spectre distincte, de flacără, de arc, de scântee. Aceasta provine din starea atomilor gazului în cele trei condiţii. Un atom fiind format dintr'un nucleu (încărcat pozitiv), în jurul căruia circulă *electroni* (încărcaţi negativ) pe orbite diferite, fiind supu, la o excitare mai mare, de ex., la temperatura scânteii, atomul pierde un electron, atomul se zice *ionizat*, şi astfel dă un spectru de scântee. Dacă perde un al doilea electron, atomul se zice *ionizat de două ori*, şi va avea alt spectru. Excitări şi mai mari vor putea face să dispară toţi electronii, şi atomul astfel degradat nu mai radiază.

([2]) In anumite regiuni ale spectrului solar sunt raze negre, numite *telurice*; datorite vaporilor de apă, gazului carbonic (în infraroşu), oxigen (în roşu), ozon (în ultraviolet), care se găsesc în atmosfera pământească.

mult două, la începutul sau sfârşitul eclipsei totale de Soare, când Luna fiind între Pământ şi Soare, acoperă complet discul solar, care nu se mai vede.

Spectrul său este un spectru de raze strălucitoare divers colorate, ocupând exact poziţiile razelor negre din spectrul fotosferii. Acest spectru se zice *spectru fulger*, căci se vede cel mult două secunde.

Toate punctele fotosferii dau acelaşi spectru, afară de părţile întunecate ale petelor, care au o temperatură mai mică (4000⁰), şi care dau în spectru bande ce se descompun în raze.

69. Cromosfera. Indată ce eclipsa de Soare este totală, adică imediat ce Luna a acoperit discul Soarelui (lumina vie a fotosferii), se observă, chiar cu ochii liberi, o pătură gazoasă de culoare roză, numită *cromosfera*. Aceasta are o grosime aproape de 10.000 km. Din cromosferă pleacă flacări de aceeaşi culoare numite *protuberanţe*. Ele au o formă variabilă, cu o perioadă în legătură cu aceea a petelor solare, şi au înălţimi până la 900.000 km. Cromosfera este formată din gazele uşoare ridicate din fotosferă, anume hidrogen, heliu şi calciu ionizat, dar mai mult hidrogen. Protuberanţele au fost fotografiate întâia oară de *Secchi* pe timpul eclipsei totale de Soare din 1860.

Spectrul cromosferei şi al protuberanţelor este un spectru de raze strălucitoare, mai ales de hidrogen, heliu şi calciu ionizat.

A fost observat întâia oară de *Jansen* (fost director al Observatorului din Paris) la eclipsa totală de Soare dela 1868, aşezând spectroscopul către marginea discului solar. A observat câteva raze care i s'au părut aşa de strălucitoare, încât i se păru posibil a le observa chiar fără eclipsă; ceeace verifică efectiv zilele următoare. Metoda lui Jansen şi Lokyer (fost director al Observatorului din South Kensington, Anglia) permite a studia cromosfera şi protuberanţele în orice timp, dar numai pe marginea discului solar.


Fig. 66. H. Deslandres.

D. *Deslandres* (fost director al Observatorului din Meudon şi Paris) şi *Hale* (directorul Observatorului de pe Muntele Wilson, America), cu ajutorul *spectroheliografului* şi *spectrohelioscopului* au putut fotografia elementele cromosferei pe toată suprafaţa discului solar. Principiul instrumentului constă în a izola radiaţia particulară pe care vrem s'o studiem (de ex., pe cea violetă de calciu), ca şi cum cromosfera ar emite numai această radiaţie.

S'a arătat că în cromosferă sunt regiuni mai strălucitoare de calciu numite *floculi*. Se mai găsesc mai ales

în partea superioară *filamente* de culoare mai închisă, de hidrogen; ele sunt datorite absorbţiei luminii de părţile cele mai dense ale protuberanţelor, când acestea se proectează pe discul solar. Floculi şi filamentele apar ca o extensiune în înălţime ale regiunilor active ale fotosferei şi au aceeaşi perioadă. Cromosfera este într'o continuă agitaţie foarte caracteristică, dându-i aspectul de vârtejuri.

70. Coroana. Deasupra cromosferei, se află ultima regiune a atmosferei solare, numită *coroana*, şi care nu se poate vedea decât în scurtul timp cât ţine o eclipsă totală de Soare (1). Studiul său se poate face în timpul eclipselor totale, fie fotografiind-o direct, fie fotografiind spectrul său. In anul 1930, astronomul francez *Lyot* a imaginat cronograful cu care se poate studia coroana solară, în orice timp, nu numai în timpul eclipselor totale de Soare şi s'au şi făcut filme cinematografice ale protuberanţelor. Ea apare ca o coroană albă, ca o aureolă argintie, de grosime variabilă, care ajunge uneori până la cinci sau şase ori raza discului solar, ceea ce face mai mult de patru milioane kilometri.

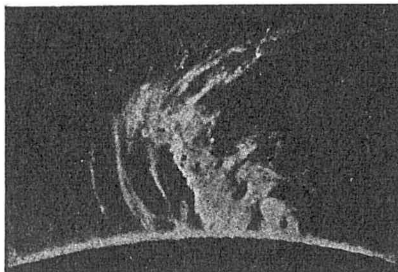


Fig. 67. Protuberanţă solară de 225000 km. înălţime (Observatorul muntele Wilson).

Forma coroanei se schimbă şi depinde de ciclul activităţii solare la care se produce eclipsa. La epoca de maximum a petelor, coroana este repartizată aproape uniform în jurul Soarelui; pe când la epoca de minimum ale petelor, prelungirile coroanei, sunt mai scurte, mai dese şi par a se strânge în apropierea ecuatorului. Schimbarea formei coroanei, arată că materia din care se compune este în mişcare, dar nu aşa agitată ca a cromosferii.

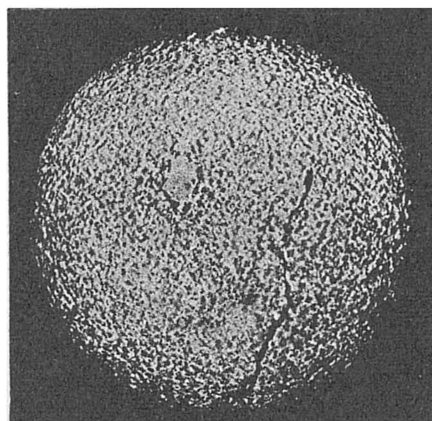


Fig. 68. Partea superioară de calciu ionizat. Floculi şi filamente (Observatorul din Meudon).

(1) Coroana a fost din vechime observată, dar se credea că este un fenomen produs de atmosfera pământească. Numai după observaţiile făcute de *Arago* (fost director al Observatorului din Paris) la eclipsa totală de Soare din 1842, s'a văzut că este o luminozitate legată de Soare.

Coroana emite o lumină reflectată ca şi planetele, de aceea spectrul său conţine raze negre. La acest spectru difuzat, se suprapune un spectru propriu de emisiune, de raze strălucitoare, printre care se află acelea de hidrogen, heliu, etc.; dar se mai găseşte o rază verde (care se atribuia unui element necunoscut, numit coroniu), care provine din oxigen ionizat, ca şi raza care se vede în spectrul aurorelor polare.



Fig. 69. Arago (1786—1853).

Coroana este un mediu foarte rar format din electroni (de 1800 ori mai uşori decât atomii de hidrogen); iar razele coronale sunt traectoriile pe care le descriu electronii sub acţiunea câmpului magnetic, care emit electroni.

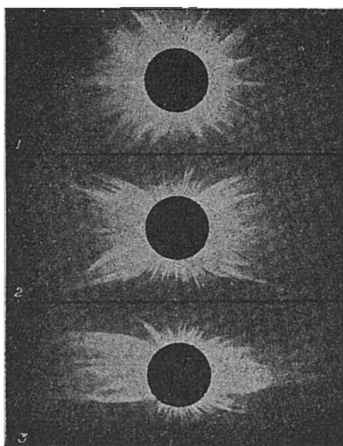


Fig. 70. Trei aspecte tipice ale coroanei solare. 1. La epoca de maximum de activitate solară; 2. La epoca intermediară; 3. La epoca de minimum de activitate.

71. Determinarea rotaţiei Soarelui cu ajutorul spectroscopului. Tot cu ajutorul spectroscopului s'a putut afla rotaţia păturilor solare în regiunile unde lipsesc petele, care permiteau determinarea directă.

In adevăr s'a stabilit relaţia care există între deplasarea către violet sau către roşu a razelor negre ale unui spectru datorit unei surse luminoase, şi vitesa cu care se apropie sau se depărtează de spectru sursa luminoasă. S'a arătat astfel că vitesa de rotaţie la ecuatorul Soarelui este de 2 km/sec.

72. Lumina şi temperatura Soarelui. Lumina Soarelui este de 600.000 ori mai mare ca aceea a Lunei pline. S'a arătat că strălucirea aparentă a Soarelui este de 240.000 de lumânări pe centimetru pătrat.

S'a constatat că Pământul primeşte dela Soare, la limita atmosferei noastre, o cantitate de căldură, numită *constanta solară*, care este aproape 2 calorii pe centimetru pătrat şi pe minut (Caloria este cantitatea de căldură care trebue pentru a ridica cu un grad centigrad temperatura unui gram de apă). Atmosfera absoarbe jumătate din această căldură.

Energia pe care Soarele şi stelele o radiază este datorită unei transmutări a materiei în energie printr'un fel de dezintegrare a atomilor, sau mai bine în urma unui şir de transmutări atomice degajând o mare cantitate de energie, ca aceea care se produce în fenomenele radioactivităţii.

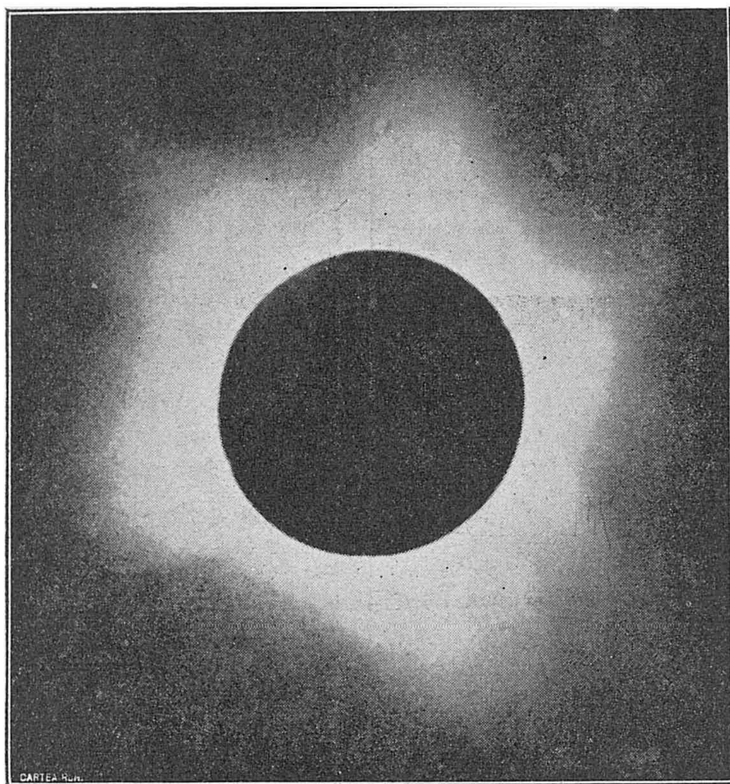


Fig. 71. Coroana solară în timpul eclipsei totale de Soare din 19 Iunie 1936. Fotografia luată în Caucaz de D-l Sagot membru al Misiunei Societăţii astronomice din Franţa.

73. Acţiunile electrice şi magnetice ale Soarelui. Aurore polare. Lumina zodiacală. Razele cosmice. In afară de razele sale luminoase şi calorifice, Soarele emite electroni şi atomi neutri sau ionizaţi, care produc iluminaţia coroanei. Aceşti curenţi corpusculari pot ajunge până la Pământ, şi pătrunzând în partea superioară a atmosferei noastre, întreţin pătura de *ozon* (care

absoarbe razele ultra violete) şi produc *schimb˘ri mari asupra magnetismului pământesc*, şi în propagarea undelor radioelec-

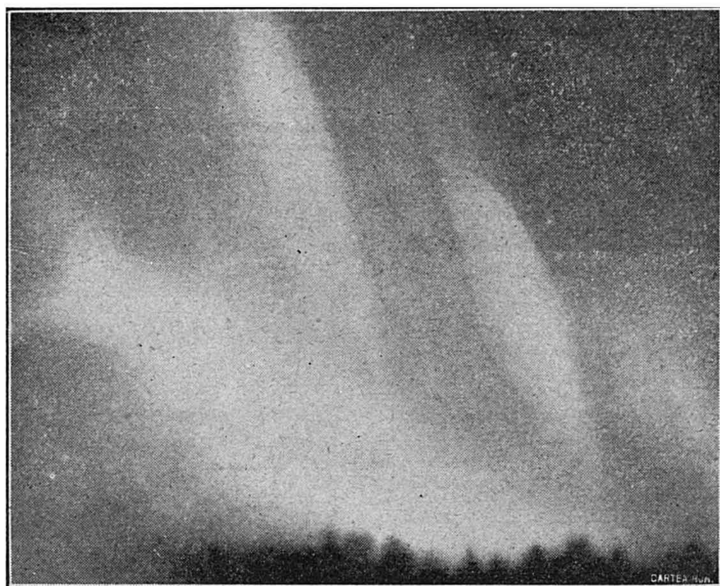


Fig. 72. Auroră polară boreală, fotografiată la 25—26 Ianuarie 1938 de D-l Störmer (Norvegia).

trice. Aceşti curenţi deviaţi de magnetismul pământesc, se învârtesc în jurul polilor magnetici ai Pământului, care lucrează ca un puternic magnet, şi formează două zone de *aurore polare*, una în emisferul nord, alta în emisferul sud. Aceste aurore apar noaptea până la înălţimi de 700 km. sub formă de coloane luminoase roşiatice. Aurora polară boreală din Ianuarie 1938 a fost aşa de puternică încât a fost văzută şi în România şi chiar în nordul Africei.



Fig. 73. Lumina zodicală. Aprilie 1926.

Aceste radiaţii mai produc *lumina zodiacală*, care este o lumină slabă, ce se observă sub formă de fus în nopţile senine şi fără Lună, în regiunile tropicale, mai ales la epoca echinocţiilor,

seara către apus după ce a încetat crepusculul, alteori spre răsărit, spre ziuă, întinzându-se în vecinătatea planului eclipticei. Lumina zodiacală provine din lumina Soarelui şi a stelelor difuzată de corpusculele (molecule gazoase, electroni izolaţi sau meteoriţi solizi) care umple tot spaţiul interplanetar, şi în special ecliptica pe o mare întindere.

După *Dauvillier* (1934) şi *razele cosmice* sunt datorite tot radiaţiei solare în partea înaltă a atmosferei pământeşti. *Milikan* (1927) descoperitorul razelor cosmice, crede că ele provin din regiunile interstelare. Aceste raze au o putere de pătrundere foarte mare. *Lemaître* crede că provin din lumile în formaţie, şi că şunt rezultatul fenomenelor prin care materia ia naştere şi se organizează.

Caracterele generale ale Soarelui se regăsesc, cum vom vedea, la stele.

L U N A

XIII. 74. Mişcarea Lunei pe bolta cerească. Mişcarea Lunei în raport cu stelele. Luna ia parte ca şi stelele la mişcarea diurnă a sferei cereşti. Luna mai are o mişcare proprie printre stele. In adevăr, Luna trecând la meridian cu o stea, la a doua trecere nu mai vine la meridian cu aceeaşi stea şi numai după un timp de aproape 27 zile trece la meridian cu acea stea.

Deci, Luna are o mişcare în raport cu stelele, care se face ca şi a Soarelui în *sens direct, însă de* 13 *ori mai repede ca a Soarelui*, căci, pe când Soarele face ocolul sferei cereşti într'un an, Luna îl face în mai puţin de o lună.

Timpul ce trece între două întoarceri ale Lunei în dreptul aceleeaşi stele se numeşte *revoluţie siderală*, a cărei durată este 27 zile, 7 ore, 43 minute, 11,5 s.

Calculând însă în fiecare zi, ca şi pentru Soare, ascensiunea şi declinaţia centrului Lunei şi aşezând poziţiile corespunzătoare pe un glob, unind aceste poziţii, se obţine un cerc mare înclinat pe ecliptică cu 5⁰ 9′ (Fig. 74).

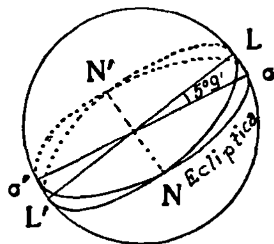


Fig. 74.

Deci Luna descrie pe sfera cerească un cerc mare în timp de 27 *zile*, 7 *ore*, 43 *m.*, 11,5 *s.*, planul cercului fiind înclinat pe ecliptică cu 5⁰ 9′. Intersecţia planului orbitei lunare cu ecliptica se numeşte *linia nodurilor*.

89. **Mişcarea eliptică a Lunei în jurul Pământului.** Pentru a afla adevărata formă a orbitei lunare, se măsoară în timp de mai multe zile consecutive diametrul aparent al Lunei, şi se constată că el variază între valoarea cea mai mare, 33′ 50″ şi cea mai mică 29′ 26″, ceeace arată că Luna nu rămâne la aceeaşi depărtare de Pământ. Procedându-se ca şi pentru

Pământ, se constată că *Luna descrie în jurul Pământului o elipsă, Pământul fiind într'unul din focare* (Fig. 75).

Mişcarea Lunei în jurul Pământului satisface legea ariilor şi anume *suprafeţele descrise de raza ce uneşte centrele Pământului şi al Lunei sunt proporţionale cu timpurile întrebuinţate a le descrie.*

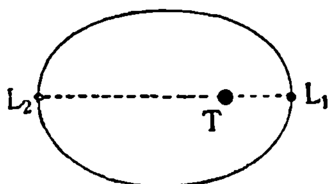


Fig. 75.

Timpul în care se face această mişcare în jurul Pămâtului este de 27 zile, 7 ore, 43 m., 11,5 s., adică *revoluţia siderală.*

76. Inegalităţile în mişcarea Lunei. Poziţia orbitei satelitului nostru, Luna, variază sub influenţa atracţiei Soarelui. *Linia nodurilor* NN′ (Fig. 75) (intersecţia eclipticei cu planul orbitei lunare), *retrogradează* cu o mişcare uniformă pe ecliptică şi face ocolul în 18 ani şi 8 luni (¹).

Din această cauză Luna nu va mai fi în acelaşi punct al sferei cereşti, după ce a făcut odată orbita sa în jurul Pământului. Drumul ei pe sfera cerească nu va mai fi deci un cerc închis, ci o serie de spire aproape plane care se întretaie succesiv, depărtându-se necontenit de întâia, şi totuşi rămânând apropiate între ele, încât să aibă toate aceeaşi înclinare de 5^0 9′ aproape pe ecliptică. Apoi, *axa mare* L_2L_1 (Fig. 75) a elipsei descrisă de Lună în jurul Pământului se deplasează cu o mişcare uniformă în sens *direct* şi face ocolul complet în 9 ani. *Inclinarea* planului orbitei lunare pe ecliptică variază în 173 zile dela 5^0 la 5^0 18′.

De asemenea, mişcarea mijlocie a Lunei are o *acceleraţie seculară* care produce o diferenţă de 8″ pe secol în longitudinea sa.

·77. Mişcarea Lunei în raport cu Soarele. Revoluţia sinodică a Lunei. Observând poziţiile Lunei în raport cu Soarele, se vede că aceste poziţii nu rămân aceleaşi, adică distanţa lor unghiulară variază. In adevăr, se observă că distanţa unghiulară a Soarelui şi Lunei (Fig. 76) creşte necontenit dela 0⁰ la 360⁰, în timp de 29 zile 12 ore 44 m. Această mişcare a Lunei în raport cu Soarele se numeşte *revoluţie sinodică, lunaţie, sau lună lunară.*

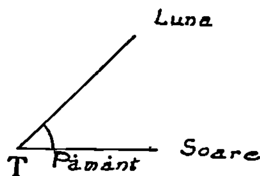


Fig. 76.

78. Fazele Lunei şi lumina cenuşie. Considerând poziţiile Lunei faţă de Soare, se poate uşor explica pentru ce Luna se prezintă sub diferite forme, numite *fazele Lunei.*

(¹) In legătură cu *Nutaţia* axei pământeşti (Nr. 45).

Când Luna şi Soarele sunt de aceeaşi parte a Pământului, cum este un L_1 (Fig. 77) când se zice că *Luna este în conjuncție cu Soarele*, adică trece la meridian odată cu Soarele, atunci nu se vede şi se zice că este *Lună nouă*.

După aceia, Luna începe să apară ca o seceră luminoasă, întâi mai subţire, apoi din ce în ce mai groasă, până ce după aproape 7 zile, Luna are în L_3 (Fig. 77) forma unui semicerc luminos; în acest timp ea se vede pe cer către apusul Soarelui şi se zice că Luna este la *primul pătrar* (Fig. 77). In acest

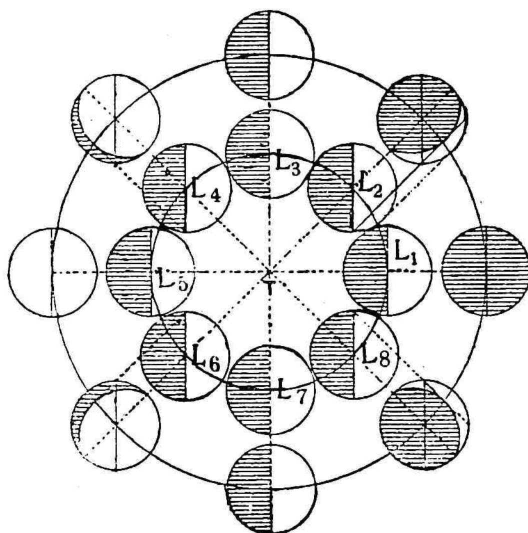


Fig. 77.

interval ea trece la meridian din ce în ce mai târziu şi are marginea luminoasă spre dreapta. La primul pătrar ea trece la meridian la ora 18.

Luna începe apoi să crească, apare ca o lentilă biconvexă şi după aproape 7 zile apare ca un cerc luminos, când se zice că este *Lună plină*, cum este în L_5 (Fig. 77). In acest timp Luna e văzută noaptea şi trece la meridian între 18 ore şi 24 ore noaptea. Când Luna e plină trece la meridian la 24 ore.

Apoi Luna începe să descrească, dinspre partea care la început fusese luminată, are iar forma unei lentile biconvexe şi după 7 zile şi ceva, are forma unui semicerc luminos cu margi-

nea rotundă spre stânga, când se zice *al doilea pătrar*, cum este în L_7 (Fig. 77). In acest interval Luna e văzută noaptea şi trece la meridian după miezul nopţii. La al doilea pătrar trece la meridian la ora 6 dimineaţa.

In fine, Luna se subţiază necontenit, apare din nou sub forma unei secere şi după 7 zile dispare, când se zice că este *Lună nouă.* In acest timp Luna e văzută dimineaţa şi trece la meridian între 6 şi 12 ore ziua.

Fenomenele încep din nou şi, timp de 29 zile şi jumătate, iar se repetă toate fazele în aceiaşi ordine.

Explicarea fazelor. Luna este un corp opac, luminat de Soare, iar fazele provin din cauza luminii ce primeşte dela Soare şi din cauza poziţiilor ei faţă de Soare. In adevăr, fie T Pământul (Fig. 78), L Luna, S direcţia de unde vin razele solare. Distanţa unghiulară a Soarelui şi Lunei este dată de unghiul STL.

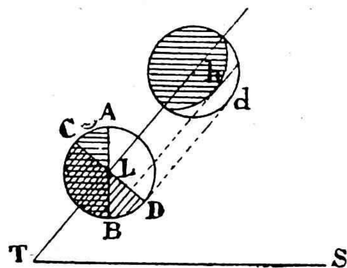


Fig. 78.

Luna fiind luminată de Soare, numai partea ABD este luminată, AB fiind perpendiculară pe TS. Porţiunea întoarsă spre Pământ este numai semisfera CBD, CB fiind perpendiculară pe TL. Deci observatorul va vedea din această semisferă numai fusul BLD, care este luminat şi care se va proecta pe sfera cerească după secera *bd.*

Mărimea acestei secere depinde de fusul BLD, adică de unghiul liniilor AB şi CD, care este egal cu distanţa unghiulară STL, ca având laturile perpendiculare. Deci fazele depind de distanţa unghiulară a Soarelui şi Lunei. Figura 77 explică uşor, tot ca în cazul precedent, fazele Lunei. L_1, L_2,... L_8 sunt poziţiile Lunei, considerate la câte 45⁰ de depărtare unghiulară; S reprezintă direcţia de unde vin razele luminoase. In L_1 Luna nu se vede şi se zice *Lună nouă,* în L_3 şi L_7 Luna e în pătrare; în L_3 *primul pătrar,* în L_7 *al doilea pătrar*; în L_5 *Lună plină* şi este *în opoziţie cu Soarele* (Soarele şi Luna de o parte şi de alta a Pământului.

Timpul cât îi trebuie Lunei să revie la aceiaşi fază, este de 29 zile şi jumătate şi se numeşte *revoluţie sinodică* (sau lunaţie).

Meton [1] a descoperit *ciclul* de 19 ani, după care fazele Lunei revin la aceleaşi epoci ale anului.

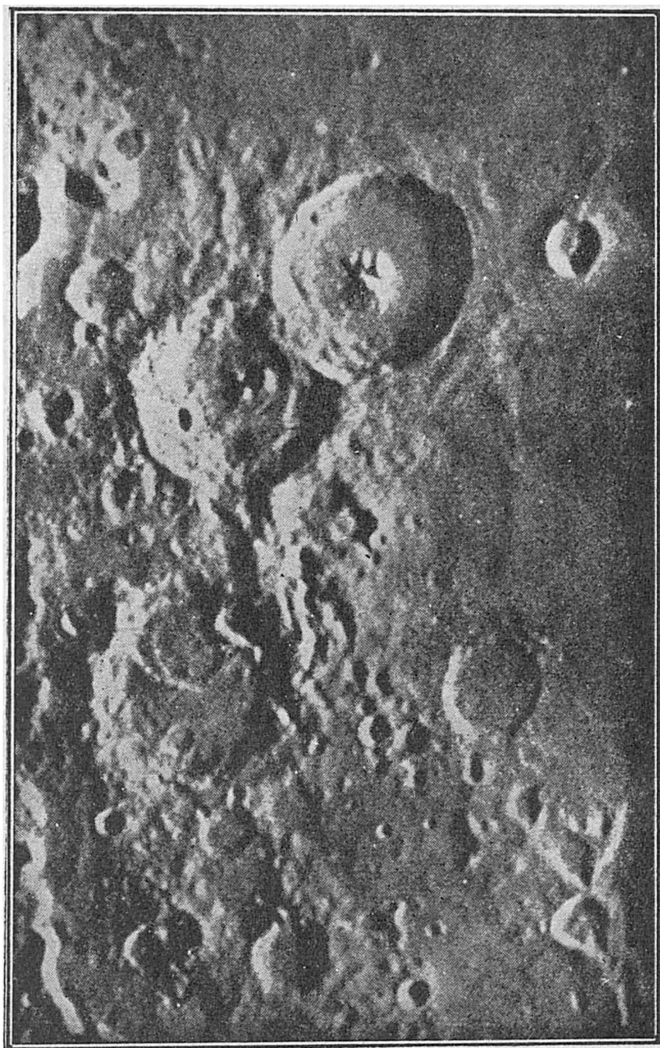


Fig. 79. Mărirea unei fotografii a Lunei (regiunea centrală).

Explicarea luminei cenuşii. Se poate observa că Luna, când are forma unei secere, se vede şi restul Lunei, dar foarte slab

---

[1] Astronom grec care a trăit către anul 430 în. Cr.

luminat cu o lumină numită *lumina cenuşie a Lunei.* Aceasta se explică observând că Pământul fiind opac ca şi Luna, şi luminat de Soare, va prezenta faze, dacă va fi privit din Lună.

Soarele fiind în S (Fig, 80), cercurile de iluminaţie ale Lunei şi Pământului sunt *ac* şi AC, iar partea Lunei, întoarsă spre Pământ, este *dab*, iar a Pământului, întoarsă spre Lună, este DCB. Rămân deci vizibile numai fusele luminate BPC şi *a*L*b*. Insă aceste două fuse sunt suplimentare, căci suma unghiurilor plane CPB şi *a*L*b* este de 180°. De aci rezultă că în cazul când vedem Luna ca o seceră foarte subţire, din Lună se vede Pământul ca un disc aproape întreg luminat (Pământ plin).

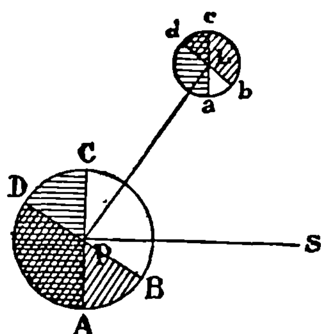


Fig. 80.

Pământul va lumina partea din Lună care nu e luminată de Soare, *d*L*a*, şi de aceea se vede şi restul discului, luminat cu o lumină cenuşie.

79. Rotaţia Lunei. Observând dintr'un loc T al Pământului o regiune A la suprafaţa Lunei L (Fig. 81), se constată că în altă poziţie a Lunei, în L_1, regiunea A se vede în direcţia razei L_1T, în A_1, iar nu A′ după cum ar fi trebuit dacă Luna L n'ar fi avut o mişcare proprie. Aceasta se explică numai atribuind şi Lunei o mişcare de rotaţie, în sens direct, şi în jurul unei axe aproape perpendiculare pe planul orbitei ei.

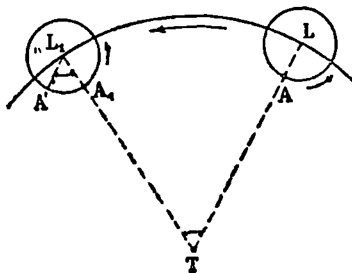


Fig. 81.

Unghiurile $A'L_1A_1$ şi L_1TL fiind egale ca alterne interne, rezultă că unghiul cu care s'a învârtit Luna în jurul axei de rotaţie este egal cu unghiul cu care s'a învârtit Luna în jurul Pământului. Prin urmare, *fiind văzută numai aceeaşi parte a Lunei*, s'a conchis că Luna are o mişcare de rotaţie, a cărei vitesă este aceeaşi ca în mişcarea în jurul Pământului şi deci durata rotaţiei este de 27 zile, 7 ore, 43 minute şi 11,5 secunde, egală cu revoluţia siderală.

Axa de rotaţie nu este exact perpendiculară pe planul orbitei lunare şi unghiul este 83⁰ ½. Atunci, după cum Luna se află în raport cu Pământul (Fig. 82) în L sau în L′, mici regiuni din apropierea polilor P şi P′ sunt văzute sau nevăzute. De altă parte, rotaţia Lunei în jurul său este uniformă, dar mişcarea

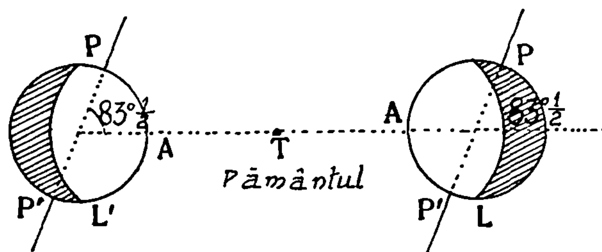


Fig. 82.

sa în jurul Pământului nu este. Urmează că la est şi vest pe Lună se află două mici fuse alternativ nevăzute sau văzute. Aceste fenomene se numesc *libraţiile Lunei*. Ele dau Lunei aparenţa unei balanţări, care ne permit de a cunoaşte mai mult decât jumătate din suprafaţa sa totală, adică 59 din sută.

80. Constituţia Lunei. Luna este un corp aproape sferic, opac, care n'are lumina sa proprie. Primeşte lumina dela Soare şi este văzută datorită numai razelor pe care ea le reflectează. Luna este un corp uscat (cum este silexul, cremenea) şi n'are atmosferă, deoarece razele luminoase, pornite dela stele, şi care ating marginea Lunei, nu sunt deviate de prezenţa unui înveliş gazos.

Sunt pe Lună regiuni înconjurate de munţi, a căror înălţime (până la 8000 m) a fost măsurată după umbra pe care o aruncă. Unele vârfuri din cauza marei lor înălţimi, apar ca părţi strălucitoare izolate, faţă de regiunea înconjurătoare a Lunei obscură vederii noastre.

Se mai văd la suprafaţa Lunei, pe regiunile muntoase, aşa zisele *circuri* sau *cratere*, de formă circulară, mărginite de un zid de o pantă uşoară la exterior şi de o pantă mai repede către interior; partea centrală are uneori adâncimi de mai mulţi kilometri (până la 7250 metri). Unele circuri prezintă diametre până la 250 kilometri, altele n'au decât 500 metri lărgime. Uneori în centrul lor, se vede un vârf conic eşit, mai puţin înalt decât zidul circular. Din câteva cratere de dimensiuni mai mici, 30 kilometri, pornesc brazde alburii. Se crede că sunt urme lăsate, prin cădere de meteoriţi.

Se mai observă la suparafaţa Lunei şi un fel de brazde lungi, aproape de 100 kilometri şi foarte înguste, de cel mult 2 kilometri.

Aceste detalii se pot vedea cu marile instrumente astronomice. Marele telescop din Muntele Wilson (California) (cu diametru de 250 centimetri) permite de a separa detalii foarte mici, 100 metri pe Lună şi 12 kilometri pe Marte. Cu cel de pe Muntele Palomar (California), cu diametrul oglinzii de 5 ori, se vor vedea şi mai multe.

81. Temperatura Lunei. La aceeaşi distanţă de Soare ca şi Pământul, primeşte pe unitatea de suprafaţă aceeaşi cantitate de căldură ca şi Pământul. Dar, durata zilei lunare, în timpul căreia solul său primeşte căldura, este aproape cât 15 zile pământeşti. Cum nu există în jurul Lunei atmosferă care să servească a regula temperatura sa, urmează că pe Lună variaţia de temperatură este mare. Astfel, temperatura mijlocie pe partea luminată, atinge aproape 100° şi chiar 180° în punctul Lunei care are Soarele la zenit; din contră, pe partea Lunei unde este noapte (nu primeşte lumina) temperatura este sub —100°.

XIV. 82. Paralaxa şi depărtarea Lunei. Pentru aflarea depărtării Lunei de Pământ, trebue să cunoaştem paralaxa orizontală a Lunei.

Pentru determinarea paralaxei mijlocii a Lunei, se aşează doi observatori pe acelaşi meridian (Fig. 83), primul A în emisfera de nord, şi al doilea B, în emisfera de sud şi observă Luna L în momentul când trece la meridian. Poziţiile locurilor A şi B fiind cunoscute pe Pământ, se ştiu latitudinile h=ETA h'=ETB. Observatorul din A, având ca verticală direcţia TAZ, vizează Luna L şi măsoară distanţa zenitală a Lunei, unghiul ZAL=z; de asemenea observatorul din B măsoară în acelaşi moment distanţa zenitală z'=Z'BL a Lunei L.

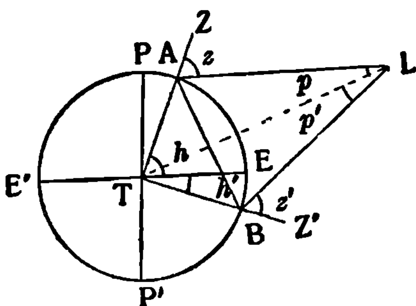


Fig. 83.

Să însemnăm cu p şi p' paralaxele de înălţime ale Lunei L, pentru observavatorii din A şi B. Scriind că suma unghiurilor patrulaterului ATBL este egală cu 360^0, avem

$$h+h'+(180-z)+(180-z')+p+p'=360^0;$$

de unde

$$p+p'=z+z'-h-h'. \tag{1}$$

Dar, am văzut [Nr. 61, relaţia (3)] că, între paralaxa orizontală P şi paraxa de înălţime p, este relaţia

$$\sin p = P \sin z.$$

Din cauză că unghiul p este foarte mic, se poate înlocui $\sin p$ prin p. Deci între paralaxele p şi P ale Lunei avem relaţia

$$p = P \sin z.$$

Deci paralaxele p şi p' ale Lunei sunt egale cu

$$p = P \sin z, \qquad p' = P \sin z'.$$

Inlocuind în (1) pe p şi p' cu aceste valori, obţinem

$$P(\sin z + \sin z') = z + z' - h - h',$$

$$P = \frac{z + z' - h - h'}{\sin z + \sin z'},$$

care este relaţia ce dă paralaxa orizontală P a Lunei.

Pralaxa orizontală mijlocie a Lunei este 57′ 2″ (1).

Depărtarea Lunei de Pământ se află cu relaţia (5) dela Nr. 62,

$$d = \frac{206265}{P} r,$$

Inlocuind paralaxa P a Lunei cu 57′2″, obţinem 60,3 r aproape. Deci distanţa Lunei de Pământ este de 60 ori mai mare ca raza pământească. Cum raza r a Pământului este 6370 kilometri, distanţa Lunei de Pământ este 384300 kilometri aproape.

II. *Depărtarea Lunei de Pământ* se mai poate afla şi printr'o construcţie geometrică. Astfel (Fig. 83), se aşează doi observatori pe acelaşi meridian, primul A în emisfera de nord, şi al doilea B, în emisfera de sud şi observă Luna L în momentul când trece la meridian. Poziţiile locurilor A şi B fiind cunoscute pe Pământ, se ştiu latitudinile h=ETA, h'=ETB, astfel că se află unghiul ATB. In triunghiul ATB cunoscând unghiul ATB şi laturile AT şi TB egale cu raza Pământului, se pot calcula lungimea AB şi unghiurile TAB, TBA.

Observatorul din A având ca verticală direcţia TAZ, vizează Luna L şi măsoară distanţa zenitală a Lunei, unghiul ZAL.

---

(1) Determinată de *Lalande* (operând la Berlin) şi *Lacaille* (la Capul Bunei Speranţe) în 1752.

Scăzând din 180° suma unghiurilor cunoscute TAB şi ZAL, se află unghiul BAL. De asemenea, verticala locului B fiind BZ', observatorul B măsoară distanţa zenitală Z'BL a Lunei, în acelaşi timp cu observatorul din A, şi astfel unghiul ABL este cunoscut.

In triunghiul LAB fiind cunoscută latura AB şi unghiurile BAL şi ABL, se pot calcula celelalte elemente, adică unghiul ALB şi distanţa AL.

83. Mărimea Lunei se află cu formula (6) dela Nr. 63,

$$R = \frac{\sin\frac{1}{2}\Delta}{\sin P} r, \text{ sau } R = \frac{\frac{1}{2}\Delta}{P} r,$$

R fiind raza Lunei şi r raza Pământului, Δ diametrul aparent al Lunei şi P paralaxa orizontală a Lunei.

Inlocuind pe $\Delta=31'\,8''$ şi $P=57'\,2''$, avem $R=0{,}27\,r$ aproape.

Deci raza Lunei este aproape un sfert din raza Pământului.

Volumul Lunei se află cu formula (7) Nr. 63,

$$\frac{V}{v} = \frac{R^3}{r^3},$$

V şi v fiind volumele Lunei şi Pământului, iar R şi r razele Lunei şi Pământului. Inlocuind pe R, se găseşte că volumul Lunei este a 50-a parte din volumul Pământului.

ECLIPSE DE LUNĂ ŞI DE SOARE. OCULTAŢII.

84. Eclipse de Lună. Pământul T fiind un corp opac şi fiind luminat de Soare, aruncă îndărătul său un con de umbră, de lungime mai mare ca distanţa dela Lună la Pământ. Luna poate intra în total (Fig. 84) sau în parte în acest con, nu mai poate primi lumină dela Soare; va fi deci în total sau în parte în întuneric, vom avea, cum se zice, *eclipsa totală sau parţială de Lună.*

Este deci eclipsă de Lună, când Luna şi Soarele sunt de o parte şi de alta a Pământului, sau cum se mai zice, câud Luna este în opoziţie cu Soarele în raport cu Pământul.

In afară de conul de umbră cu vârful în O, mai există un con

de penumbră circumscris Soarelui şi Pământului (Fig. 84) cu vârful în O′ aşezat între S şi T. Dacă Luna pătrunde în acest

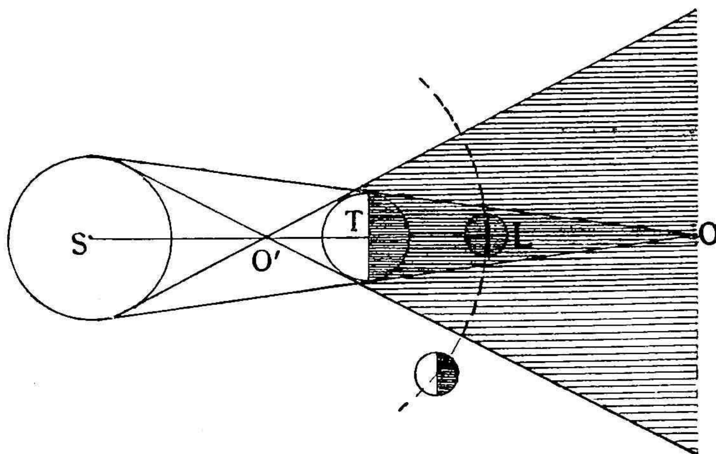


Fig. 84.

con şi în afară de conul de umbră, O, se zice că este în penumbră.

85. Condiţiile de posibilitate ale unei eclipse de Lună. Pentru ca o eclipsă de Lună să aibă loc, trebue ca lungimea conului de umbră să fie mai mare ca distanţa Lunei de Pământ; apoi ca Luna să nu treacă nici pe deasupra nici pe dedesubtul conului de umbră şi în fine ca *diametrul secţiunii conului de umbră, la depărtarea Lunei, să fie mai mare ca diametrul Lunei, pentru a şti dacă avem eclipsă totală sau parţială de lună.*

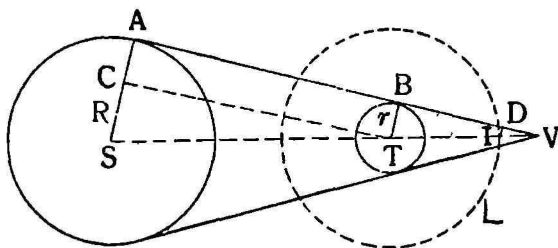


Fig. 85.

Să însemnăm cu R şi r (Fig. 85) razele Soarelui şi Pământului, d=ST depărtarea dela Pământ la Soare, TV=x.

Ducând TC paralelă cu AV, din triunghiurile asemenea TSC, VTB, deducem

$$\frac{VT}{TB} = \frac{TS}{SC}$$

Sau

$$\frac{x}{r} = \frac{d}{R-r}$$

De unde

$$x = \frac{dr}{R - r}$$

Inlocuind pe d şi R cu valorile lor, $d = 23439r$, $R = 109r$, se găseşte, din relaţia de mai sus, că lungimea conului de umbră este

$$x = 216\ r.$$

Insă depărtarea mijlocie a Lunei este $60r$, deci mai mică decât lungimea co-

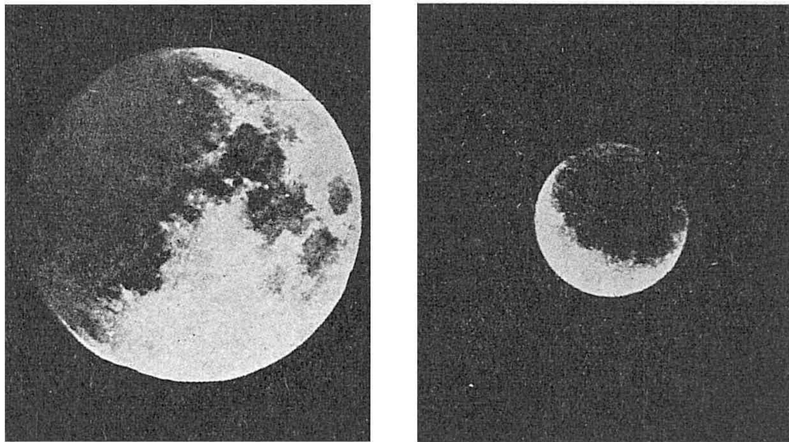


Fig. 86. Eclipse de Lună.

nului de umbră; aşa dar, Luna va putea întâlni acest con. Planul orbitei lunare fiind înclinat pe ecliptică cu $5^0\ 9'$, vom avea eclipsă de Lună, când Luna este în opoziţie cu Soarele în raport cu Pământul şi când Luna se va găsi în acelaşi timp în apropiere de linia nodurilor.

86. Posibilitatea eclipsei totale de Lună. Ducând ID (Fig. 85) perpendiculară pe AV, aceasta este raza unei sfere înscrisă în con la distanţa la care trece Luna; Luna va putea intra complet în con, dacă raza ei e mai mică decât ID. Să calculăm deci pe ID.

Din triunghiurile asemenea VID şi VTB avem (Fig. 85)

$$\frac{ID}{r} = \frac{IV}{TV} = \frac{216-60}{216} = \frac{3}{4} \text{ aproximativ,}$$

sau

$$ID = \frac{3}{4}\, r.$$

Raza Lunei fiind mai mică decât ID (cam $^3/_{11}$ din raza r a Pământului), Luna poate intra în întregime în conul de umbră, deci putem avea eclipsă totală.

87. Fazele eclipsei de Lună se numesc diferitele fenomene ce se observă în timpul unei eclipse. Să facem o secţiune în conurile de umbră şi penumbră la o distanţă de Pământ egală cu depărtarea Lunei (Fig. 87). Dacă Luna urmează drumul xy, va fi eclipsă parţială. Intrând în conul de penumbră, se va observa întâi o slăbire a luminii Lunei; la intrarea în conul de umbră, Luna va prezenta o parte mai întunecată; în fine, eşind din conul de umbră şi intrând în cel de penumbră, lumina ei se va mări.

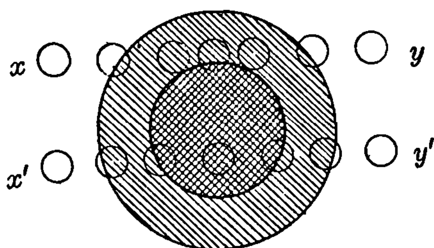


Fig. 87

Când Luna urmează drumul $x'y'$ (Fig. 87), se vor observa, ca şi în cazul precedent, aceleaşi fenomene, numai că, în acest caz, Luna intrând cu totul în conul de umbră, va fi eclipsă totală de Lună.

Durata unei eclipse de Lună este de cel mult două ore.

O eclipsă de Lună fiind produsă din faptul că Luna nu mai primeşte lumina dela Soare (Fig. 84), fenomenul e văzut din toate locurile emisferei pământeşti unde este noapte.

Chiar în timpul unei eclipse totale de lună, Luna tot este puţin luminată şi are o culoare roşiatică închisă, din cauză că o parte din razele Soarelui, trecând prin atmosfera Pământului, se refractă şi ajung la Lună, o luminează mai slab.

In cele expuse mai sus n'am ţinut seamă de influenţa refracţiei atmosferice asupra lungimii conului de umbră. Atmosfera având forma sferică, are faţă de razele care o străbat, acelaşi rol ca şi o lentilă sferică convergentă; ea va apropia vărful O al conului de umbră de Pământ şi il va face să ajungă în O' (Fig. 88), la o distanţă de Pământ mai mică decât depărtarea Lunei; deci eclipsa de lună nu e nici odată completă. Totuşi razele traversând atmosfera pământească, sunt mult slăbite şi eclipsa este destul de sensibilă.

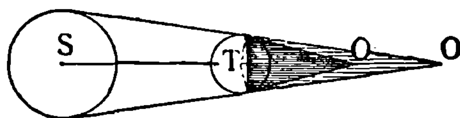


Fig. 88.

88. Eclipse de Soare. Diametrul aparent al Soarelui variază între 31'32" şi 32'36", pe când al Lunei variază între 29'26" şi 33'50, deci discul Lunei se arată când mai mare când mai mic decât al Soarelui.

Când Luna şi Soarele sunt de aceeaşi parte a Pământului, adică sunt *în conjuncție*, Luna trece în dreptul Soarelui; în acest caz dacă Luna este în apropierea planului eclipticii, ea poate să acopere numai o parte din discul solar şi atunci avem *eclipsă parțială de soare* (Fig. 89), sau să acopere în total discul solar şi atunci este *eclipsă totală de soare* (Fig. 90). Când discul Lunei e mai mic decât al Soarelui, în momentul când el vine în dreptul mijlocului Soarelui, nu se mai vede din Soare decât un inel din marginea discului solar şi atunci este *eclipsă inelară* (Fig. 91).

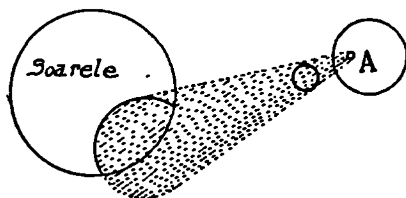


Fig. 89.

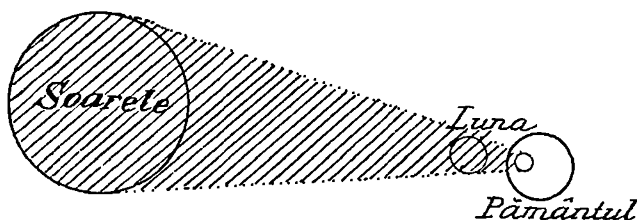


Fig. 90.

Aceste fenomene se explică şi astfel. Luna L fiind un corp opac şi luminat de Soarele S, aruncă îndărătul ei un con de umbră circumscris Soarelui şi Lunei; deci dacă acest con întâlneşte Pământul, dintr'un asemenea loc depe Pământ, din interiorul conului de umbră (Fig. 92), nu se va putea vedea Soarele şi se zice că pentru acel loc este o *eclipsă totală de Soare.*

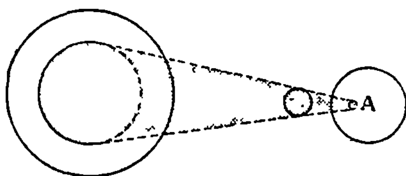


Fig. 91.

Dacă însă un punct M (Fig. 93) al Pământului intră în interiorul conului cu vârful în O' circumscris Soarelui şi Lunei, numit con de penumbră, şi este în afară de conul de

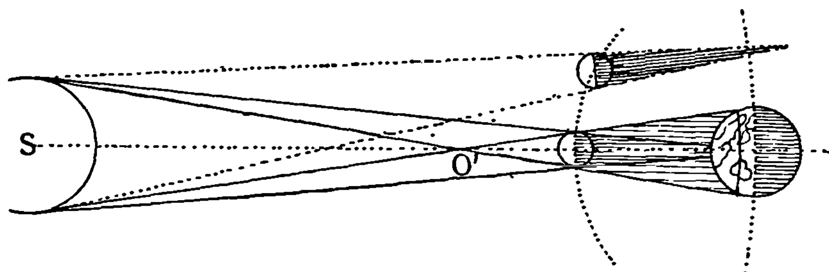


Fig. 92.

umbră O, din acel loc nu se va vedea decât numai o parte din Soare; va fi o *eclipsă parţială de Soare* pentru acel loc.

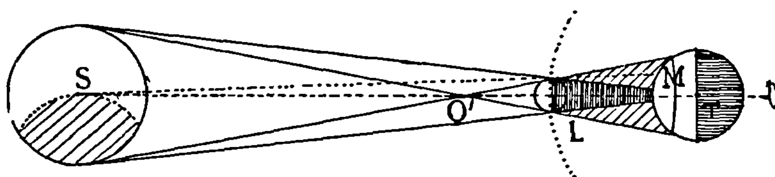


Fig. 93.

Când conul de umbră nu atinge Pământul (Fig. 94), să-l prelungim dincolo de vârful său. Dintr'un loc depe Pământ, din interiorul prelungirii acestui con, se va vedea Soarele ca un inel strălucitor, vom avea atunci *eclipsă inelară de soare*. Porţiunea din Soare văzută din locul N este zona *Ann'*B (Fig. 94).

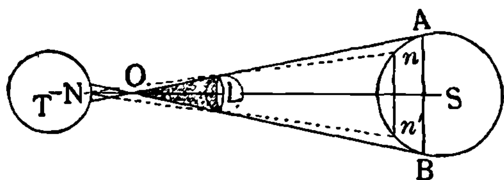


Fig. 91.

In rezumat ca să fie eclipsă de Soare, trebue ca Soarele şi Luna să fie de aceeaşi parte a Pământului, adică Luna să fie în conjuncţie cu Soarele în raport cu Pământul.

89. De unde se văd eclipsele de Soare. Eclipsele totale nu se pot vedea decât din punctele suprafeţei Pământului cuprinse

în pata de umbră ce aruncă Luna pe Pământ, care nu e decât intersecţia conului de umbră al Lunei cu suprafaţa Pământului.

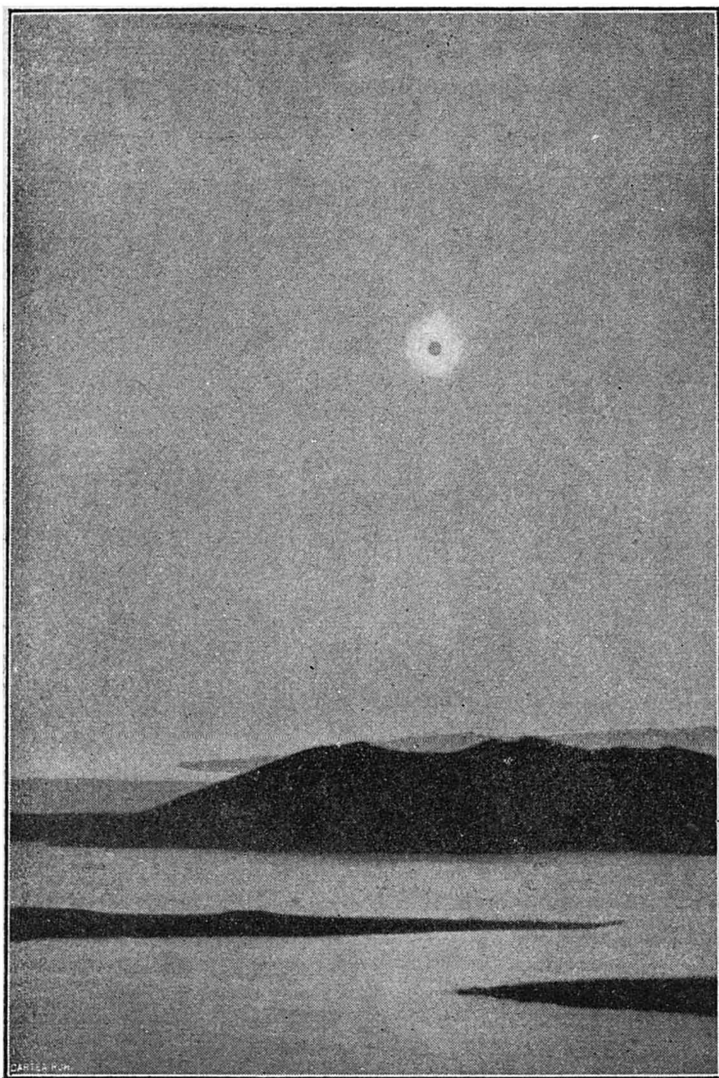


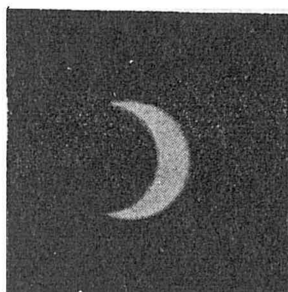
Fig. 95. Eclipsa totală de Soare dela 19 Iunie 1936, văzută din insula Chios (Grecia). Venus se vede în sus, la dreapta. Fotografia D-lui Abbott.

Această pată de umbră este mică; lăţimea sa nu trece peste 300 km. pentru o eclipsă totală şi 400 km. în cazul unei eclipse

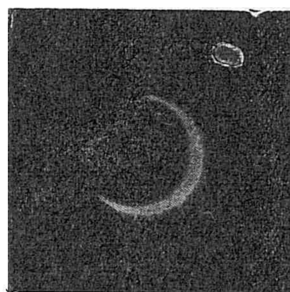
inelară. Această fâşie de umbră, din cauza mişcării de rotaţie a Pământului şi a mişcării de translaţie a Lunei, se mişcă pe suparafaţa Pământului cu o vitesă de aproape 500 metri pe secundă (tocmai ca umbra unui nor), astfel că eclipsa se vede succesiv din locurile situate pe fâşia pe care a parcurs-o umbra. Ea nu se vede însă decât din aceste regiuni. Eclipsa parţială este vizibilă din punctele globului pământesc situate în interiorul conului de penumbră, care mişcându-se, determină pe suprafaţa Pământului o fâşie mai mare decât aceea parcursă de umbră.

90. Fazele unei eclipse de Soare. In timpul unei eclipse de Soare, discul solar prezintă faze analoage cu cele dela Lună. Dacă eclipsa este parţială, este un moment când partea întunecată a Soarelui are cea mai mare întindere. Timpul cât se poate să dureze o eclipsă totală de Soar. rar trece peste 6 minute.

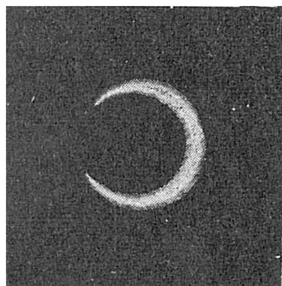
Pe când la o eclipsă de Lună, fenomenul este văzut deodată



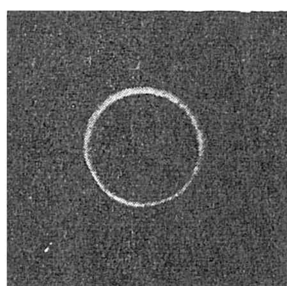
$11^h\ 51^m$



$128^h\ {}^m$



$12^h\ 16^m\ 3^s$



$12^h\ 18^m\ 35^s$

Fig. 96. Eclipsa de Soare dela 28 Martie 1922, văzută din Lyndiane (Senegal), fază inelară.

din toate locurile unei emisfere pământeşti, fazele fiind aceleaşi pentru toţi observatorii, pentru eclipsele de Soare, faza depinde de poziţia obervatorului la suprafaţa Pământului şi de timpul cât umbra mişcătoare a Lunei îl întunecă.

91. Observare relativă la numărul eclipselor anuale. Saros. Având în vedere condiţiile de posibilitate ale unei eclipse de Lună şi de Soare, se vede că *cele de Soare sunt mai numeroase ca cele de Lună*. Dar, dacă se văd mai puţine eclipse de Soare decât cele de Lună, cauza este că eclipsele de Lună se văd de pe o întreagă emisferă a Pământului, pe când eclipsele de Soare se văd numai din anumite regiuni. Astfel, într'un an sunt pentru tot globul pământesc cel mult şapte eclipse (5 sau 4 de Soare, 2 sau 3 de Lună) şi cel puţin două şi în mijlociu patru; când sunt numai două eclipse, ele sunt de Soare.

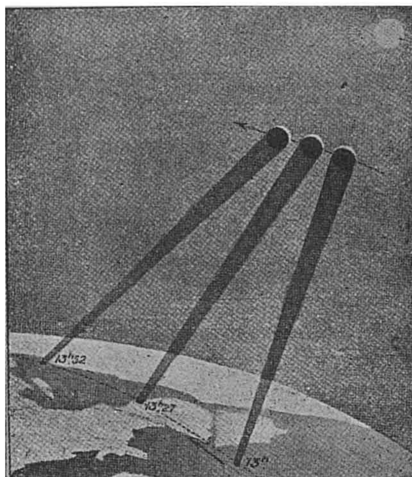


Fig. 97. Mersul conului de umbră pe suprafaţa Pământului în cursul unei eclipse totale (30 August 1905).

Eclipsele se reproduc aproximativ după o perioadă de 18 ani, interval numit de Caldeeni (1000 ani înainte de Crist.), *Saros*. In cursul acestui interval sunt în mijlociu 71 eclipse, din care 43 de Soare şi 28 de Lună. Acest interval nu este însă riguros exact şi azi nu ne mai foloseşte la prezicerea eclipselor, care se face cu mare preciziune prin calcule matematice.

92. Fenomene ce se pot observa în timpul eclipselor de Soare. Eclipsele de Soare prezintă un adevărat interes în momentul când ele devin totale. In acest moment, lumina ia o culoare mai palidă (arămie), temperatura se scoboară. Indată ce cercul Lunei a astupat discul strălucitor al Soarelui, coroana solară devine vizibilă, protuberanţele roze se văd pe marginea discului solar şi tot timpul, de altfel foarte scurt, este favorabil pentru

studiul protuberanţelor şi coroanei solare, care nu mai sunt atunci înecate de lumina fotosferei.

107. **Ocultaţii**. Când Luna, din cauza mişcării sale proprii, ajunge să treacă în faţa unei stele, aceasta este acoperită de Lună, steaua dispare pentru un timp mai mult sau mai puţin lung, se zice atunci că este *ocultaţie*.

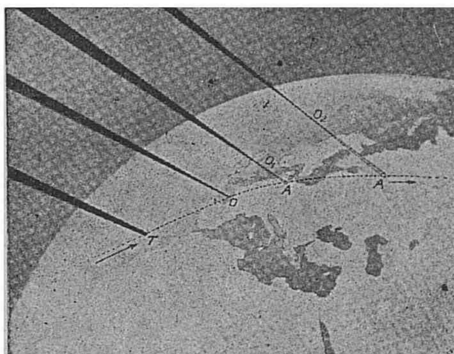


Fig. 98. Conul de umbră al eclipsei din 1912. Totală pe oceanul Atlantic în T, ea era la limita de totalitate în O, apoi devenea gradat inelară.

Strălucirea Lunei face să nu mai vedem stelele puţin strălucitoare care sunt în vecinătatea sa, de aceea în Efemeridele astronomice se dau ocultaţiile stelelor mai strălucitoare (până la magnitudine a şasea) când fenomenul se poate vedea cu o lunetă de putere mijlocie.

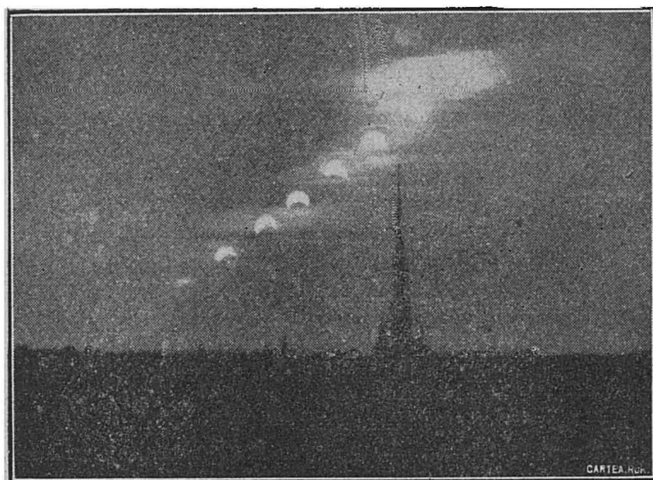


Fig. 99. Eclipsa totală de Soare din 19 Iunie 1936. Fotografii obţinute la cinci minute de D-l Riby (Blénau, Yonne).

Când Luna se vede sub foma unui fir luminos, sau când este total eclipsată, se pot observa ocultații de stele până la magnitudinea a opta sau a noua.

Observațiile de ocultații servesc pentru determinarea longitudinii unui loc de pe Pământ unde se fac observațiile.

MAREE.

94. Se numesc *maree*, oscilațiile regulate și periodice ale apelor oceanelor, adică ridicarea și coborîrea alternativă a acestor ape deasupra și dedesubtul unui nivel mijlociu. Observând acest fenomen în timp de o zi lunară, adică în timpul dintre două treceri consecutive ale Lunei în dreptul meridianului locului (de 24 ore și 50 minute), vedem că într'un sfert din ziua lunară, apele oceanului cresc, adică se ridică deasupra unui nivel mijlociu, avem, după cum se mai zice *flux*; în sfertul de zi lunară următor, apele oceanului scad sub nivelul mijlociu, când se zice că este *reflux*; în sfertul următor apele iar cresc, iar în sfertul al patrulea din ziua lunară apele descresc din nou. Apoi fenomenul se repetă regulat, astfel că în timp de o zi lunară, avem de două ori o creștere urmată de o descreștere a apelor, sau, cum se mai zice două maree. Timpul cât ține fluxul și refluxul nu sunt egale.

Astfel, la Havre, marea se coboară într'un timp cu două ore mai mare ca acela cât s'a ridicat; la Brest, diferența dintre aceste timpuri este numai de 16 minute. Inălțimile la care se ridică apele oceanelor variază după localități, astfel, în baia din Mont-Saint-Michel este de 15 metri, iar în aceea din Fundy (Noua Scoție) de 18 metri.

Tot datorită propagării mareelor în golful format la gura unui fluviu, se explică fenomenul numit *mascaret*, care este ridicarea bruscă a apelor în timpul mareelor maxime la gura câtorva fluvii, sub forma unui val enorm, care se urcă în susul lor.

Primele unde ale valului mareei se opresc puțin din cauza rezistenței fundului nu prea adânc al fluviului și formează ca o stavilă, îndărătul căreia se strâng celelalte valuri care vin imediat în urma primului. Și, numai când s'a format o cantitate suficientă, încep a se ridica în susul fluviului, ca un puhoi, mai mult sau mai puțin înalt, care se urcă între malurile fluviului.

In golful dela gura Senei, la Quillebeuf, mascaretul atinge 3 metri înălţime, şi se propagă cu 8 metri pe secundă.

Cei vechi n'au cunoscut cauza fenomenului mareelor. Au putut totuşi să observe că se produc într'o zi lunară două perioade de flux şi reflux şi că prin urmare acest fenomen este în legătură cu trecerea Lunei la meridianul locului. *Kepler*, cel dintâi,

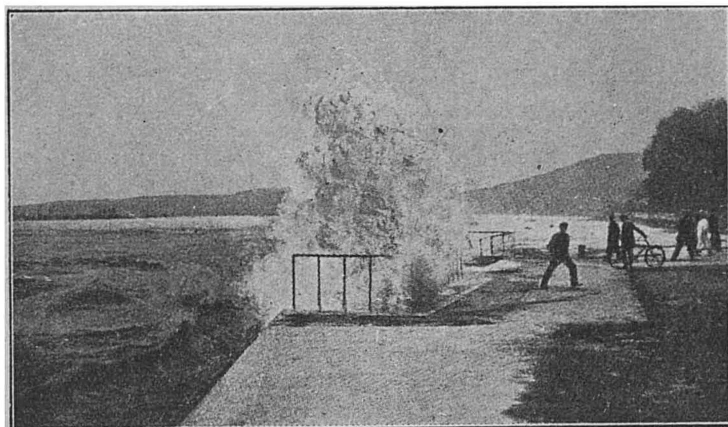


Fig. 100. Mascaretul Senei.

a bănuit adevărata cauză a fenomenului mareelor, adică atracţia ce o exercită Luna asupra apelor oceanului. Laplace a arătat că fenomenul mareelor este produs de atracţia Lunei asupra apelor mărilor, la care se mai adaugă şi aceea a Soarelui.

PLANETELE

XV. 95. Planete. Incă din timpurile cele mai vechi s'a observat că printre stele, sunt unele, care pe lângă că iau parte la



Fig. 101. Hiparch.

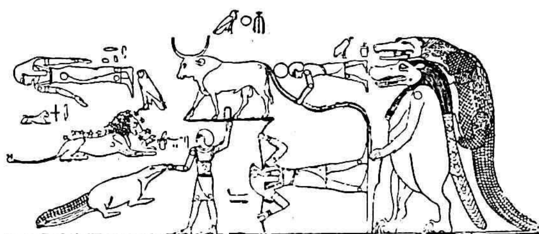


Fig. 102. Simboalele constelaţiilor (de nord) la Egipteni.

mişcarea diurnă, se mişcă printre celelalte; acestea sunt *planetele* In antichitate erau cunoscute numai acelea care se puteau vedea cu ochii liberi: *Mercur, Venus, Marte, Jupiter* şi *Saturn.*

Azi se mai cunosc *Uran, Neptun, Pluton,* şi aproape 1200 *planete mici.*



Fig. 103. Ptolemeu.

Deşi Pitagora şi şcoala sa au profesat că Pământul şi planetele se mişcă în jurul Soarelui, totuşi această teorie filozofică a rămas cu vremea uitată şi, pe vremea lui Ptolemeu (1), se credea că Soarele, Luna şi planetele se mişcă în jurul Pământului, presupus fix, pe cercuri, cu o mişcare uniformă.

Insă numai cu mişcarea uniformă nu se puteau explica neregularităţile ce se observau uşor, chiar în mişcarea Soarelui, care se mişcă mai repede iarna decât vara. Ptolemeu recurse la combinarea mai multor mişcări circulare şi reuşi să explice aceste neregularităţi cu ajutorul *Teoriei epiciclelor.*

(1) Născut la Alexandria către anul 140 a. Chr.

96. Sistemul lui Copernic. Deosebirea dintre poziţiile calculate şi cele observate, a arătat că sistemul lui Ptolemeu nu corespundea adevărului. *Copernic* (1478—1542) (1) servindu-se de concepţia despre Univers a Pitagoricienilor, aşează Soarele în centrul mişcărilor planetelor, dar menţinu eroarea celor vechi, că planetele au o mişcare circulară şi uniformă în jurul Soarelui.



Fig. 104. Copernic.

Copernic aşeză planetele în ordinea depărtărei lor de Soare: *Mercur, Venus, Pământul, Marte, Jupiter* şi *Saturn* şi luând ca unitate de măsură distanţa dela Pământ la Soare, găsi că depărtările planetelelor la Soare şi duratele lor de mişcare în jurul Soarelui sunt

Planete	Depărtarea $=a$	Durata de mişcare $=T$
☿ Mercnr	0,4	88 zile
♀ Venus	0,7	225 „
♁ Pământ	1	365 „
♂ Marte	1,5	1 an 322 zile
♃ Jupiter	5,2	11 ani 315 „
♄ Saturn	9,5	29 ani 167 „

Azi se mai cunosc planetele

	Depărtarea	Durata de mişcare
♅ Uran	19,2	84 ani
♆ Neptun	30	165 „
♇ Pluton	39,5	250 „

şi planetele mici cu depărtarea între 2 şi 4.

Planetele Mercur şi Venus fiind mai aproape de Soare ca Pământul, se numesc *planete inferioare*, iar Marte, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun şi Pluton *planete superioare*.

Pe sistemul acesta al lui Copernic se clădeşte Astronomia modernă.

(1) Născut la Thorn (Polonia). Şi-a completat studiile în Bologna, Padua, Roma.

97. Mişcarea aparentă a planetelor. Staţiile şi retrogradaţiile plantelor. Se observă unele aparenţe în mişcarea planetelor, numite *staţiile* şi *retrogradaţiile*. Astfel, privind planeta Venus, către apusul Soarelui şi urmărind-o în mai multe seri, se vede că Venus, care se mai numeşte luceafărul de seară, se depărtează din ce în ce de Soare, spre răsărit, până la 46° de depărtare unghiulară, când planeta pare că stă; începe apoi din nou să se apropie de Soare, până când se pierde în lumina solară; se vede din nou dimineaţa răsărind înaintea Soarelui, sub numele de luceafărul de dimineaţă, se depărtează mereu de Soare spre apus, până ajunge iar la 46° depărtare unghiulară de Soare, numită *elongaţie maximă.* In acest moment, iar pare că planeta stă, şi de aci, iar începe a se apropia de Soare şi fenomenele se reproduc.

Aceeaşi particularitate se observă şi pentru Mercur, care oscilează de o parte şi de alta a Soarelui, având când mişcare directă, când retrogradă, pare că se opreşte în momentul când îşi schimbă direcţia mişcării şi având ca şi Venus mişcare directă mai mult decât mişcare retrogradă. Planeta Mercur are ca *elongaţie maximă* 28°.

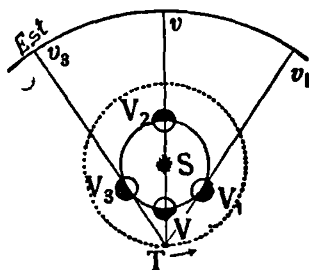


Fig. 105.

Considerând acum o planetă superioară, de ex., pe Marte, fenomenele sunt cu totul altele. Au şi ele mişcări directe şi retrograde, însă ele pot ajunge la orice depărtare (elongaţie) de Soare. Toate aceste fenomene se pot uşor explica în *sistemul lui Copernic*, ele fiind nişte simple aparenţe datorite mişcării Pământului în jurul Soarelui.

98. Explicarea staţiilor şi retrogradaţiilor planetelor inferioare. Fie (Fig. 105) S Soarele, V planeta Venus, T Pământul şi să presupunem că Pământul şi Venus descriu în jurul Soarelui cercuri în sens direct. Observatorul depe Pământ nedându-şi seamă de mişcarea lui, se crede nemişcat, însă atribue lui Venus o mişcare cu o vitesă relativă egală cu diferenţa dintre vitesele planetei Venus şi a Pământului. Când Venus este în V, unde se zice că planeta este în *conjuncţie inferioară cu Soarele S în raport cu Pământul*, observatorul din T o vede pe cer în v perdută în lumina Soarelui. Când planeta vine în V_1, el o va vedea mişcându-se în *sens retrograd* dela v în spre v_1; în V_1 planeta schimbând sensul mişcării, va părea că stă pe loc în v_1, deci o *staţie*. Când planeta descrie drumul V_1 V_2 V_3, o vom vedea pe cer că descrie drumul $v_1 v_2 v_3$ *în sens direct.* Când

Venus este în V_2, unde se zice că este în *conjuncție superioară cu Soarele în raport cu Pământul*, o vedem pe cer în v, perdută în lumina solară. In V_3 *planeta schimbându-și sensul mișcării*, iar va părea că *stă pe loc* în v_3. Dela V_3 până la V planeta descrie drumul v_3v în *sens retrograd*. Mişcarea retrogradă, având loc cât planeta descrie drumul V_3VV_1, urmează că mişcarea retrogradă este mai mică decât mişcarea directă, care are loc dealungul drumului $V_1V_2V_3$, mai mare ca V_3VV_1.

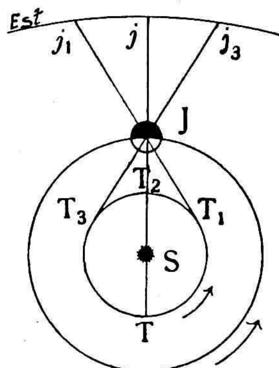
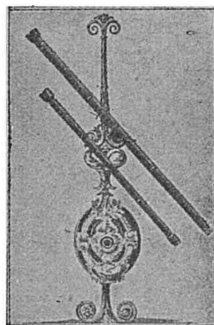


Fig. 106.

99. Explicarea mişcării aparente a planetelor superioare. Fie (Fig. 106) S Soarele, T Pământul, J Jupiter, care, să presupunem, că descriu cercuri în jurul Soarelui. Atribuind sistemului o mişcare egală şi de sens contrar cu a planetei Jupiter, aceasta va rămâne în nemişcare, iar Pământul va avea o vitesă egală cu diferența vitesei sale şi a lui Jupiter şi se va mişca în sens direct. Când Pământul este în T, Jupiter J şi Soarele S sunt de aceeaşi parte a Pământului T, când se zice că *Jupiter este în conjuncție cu Soarele în raport cu Pământul*; în acest moment, vedem pe Jupiter în j. Pământul venind în T_1 va vedea pe Jupiter în j_1, deci, când Pământul se deplasează din T în T_1, planeta pare că se mişcă din j în j_1, în *sens direct*. Pământul, mişcându-se din T_1 în T_2, T_3, planeta Jupiter va fi văzută că se mişcă din j_1 în j_3 în *sens retrograd*. In fine Pământul venind din T_3 în T, Jupiter va fi văzut din j_3 în j, în *sens direct*. Pământul venind în T_2, când Jupiter J şi Soarele S sunt de o parte şi de alta a Pământului, se zice că *Jupiter este în opoziție cu Soarele în raport cu Pământul*.

100. Fazele planetelor. Galileu. Planetele descriind orbite în jurul Soarelui, trebue să prezinte faze ca şi Luna. Acestea au fost scoase în evidență de *Galileu* care a îndreptat (în 1610) întâia dată luneta sa spre cer.


Fig. 107. Galileu (1564—1642).


Fig. 108. Primele lunete ale lui Galileu, care sunt conservate în Muzeul din Florența.

Galileu este unul din cei mai mari astronomi italieni. A descoperit isocronismul oscilaţiilor pendulului; a găsit legea căderii corpurilor, aceea a mişcării proectilelor. Cu ajutorul lunetei, a recunoscut inegalităţile suprafeţei Lunei, arătând cum se măsoară înălţimea munţilor ei; a observat libraţiile Lunei. Observarea petelor Soarelui l'a condus la rotaţia în jurul său. Cel dintâi a descoperit patru din sateliţii lui Jupiter. A descoperit (în 1610) fazele lui Venus, ceeace arată evident mişcarea acestei planete în jurul Soarelui.

101. Mişcarea reală a planetelor. Legile lui Kepler. *Kepler* (1571—1630) (născut la Würtenberg) fu în stare să arate că orbitele descrise de planete în jurul Soarelui nu sunt cercuri.



Fig. 109. Kepler.

Poate că n'ar fi putut face această descoperire, dacă n'ar fi avut la îndemână materialul strâns de *Ticho-Brache* (1546—1601) în timp de 35 de ani de observaţie (1).

Metodele întrebuinţate de Kepler pentru găsirea legilor sale sunt toate geometrice. După ce reface calculele de 70 de ori, ajunse să formuleze legile sale, analoage ca şi pentru Pământ, numite *legile lui Kepler* : I. *Drumurile descrise de planete în jurul Soarelui sunt elipse* (2) *şi Soarele ocupă unul din focare*; II. *Ariile descrise de razele vectoare ale planetelor în mişcarea lor, sunt proporţionale cu timpurile ce le-au trebuit să le descrie*; adică, dacă într'o zi a descris aria SAA' (Fig. 111), în două zile va descrie o arie de două ori mai mare ca SAA'; III. *Cuburile axelor mari, a, ale orbitelor (elipselor) descrise, sunt într'un raport constant cu pătratele timpurilor T de mişcare ale planetelor, adică*

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{a'^3}{T'^2} = \ldots = K.$$

102. Sateliţii planetelor. Sateliţii lui Jupiter şi descoperirea vitesei luminii. După cum planetele se mişcă în jurul Soarelui, s'a putut observa că şi în jurul unora dintre planete se mişcă

(1) Acesta a fost unul din cei mai abili observatori, mai ales că pe vremea sa nu erau inventate lunetele. A fost chemat de regele Danemarcei unde fondă un Observator astronomic lângă Copenhaga.

(2) Aşa de puţin turtite, încât pot fi considerate ca cercuri.

alte corpuri cereşti mai mici ca planetele, numite *sateliţi*. In mişcarea lor, *sateliţii se supun aceloraşi legi ale lui Kepler ca şi planetele.*

Astfel s'a descoperit că Pământul are ca satelit Luna, Marte are 2 sateliţi, Jupiter are 11, Saturn 10, Uran 4 şi Neptun 1. Doi din sateliţii lui Jupiter (primul şi al doilea) sunt aproape egali cu Luna,. al patrulea e puţin mai mare ca Luna, iar al treilea este şi mai mare, întrece pe Mercur şi aproape ajunge pe Marte. Satelitul Titan al lui Saturn, este de două ori mai mare ca Luna.

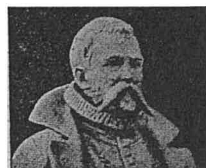


Fig- 110. Ticho-Brache (1546—1601).

Descoperirea vitesei luminii. S'a putut uşor constata că sateliţii lui Jupiter dau loc la fenomene analoage cu acelea ale eclipselor de Lună. In adevăr, Jupiter aruncând îndărătul lui un con de umbră, sateliţii lui pătrund înăuntrul acestui con de umbră, în care timp vor dispărea şi formează aşa numitele eclipse ale sateliţilor lui Jupiter. Aceste eclipse au servit pentru descoperirea vitesei luminii.

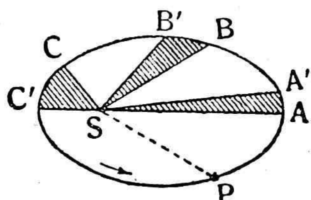


Fig. 111.

In adevăr, *J. Cassini* (1625—1712), primul Director al Observatorului din Paris, a calculat o tabelă de orele când vor avea loc eclipsele. *Römer* (1644—1710), un astronom danez, observând la Paris eclipsele sateliţilor lui Jupiter şi comparând observaţiile sale cu tabelele calculate de Cassini, observă că în momentul când Jupiter era în pătrare (Fig. 114), adică la aceeaşi depărtare de Soare şi Pământ (Pământul în P′ sau P″, Jupiter în J), eclipsele aveau loc la orele anunţate în tabelele lui Cassini; din contră, când Jupiter, era în opoziţie, J, cu Soarele, adică Pământul P între Soare şi Jupiter, fenomenele aveau loc cu 8 minute mai de vreme; iar când Jupiter era în conjuncţie, erau de aceeaşi parte a Pământului, Pământul în P_1, fenomenele aveau loc cu 8 minute mai târziu.



Fig. 112. Jupiter cu 4 din sateliţi săi.



Fig. 113. J. D. Cassini.

Din nepotrivirea între cele observate şi calculate, Römer a dedus că această întârziere sau înaintare de 8 minute nu putea să se explice decât numai că în acest timp lumina ajunge dela Soare la Pământ, adică dela P_1 la S, sau dela P la S, mai ales că se ştia că în calculele lui Cassini, observatorul era considerat că se află în S. Impărţind depărtarea Soarelui de Pământ cu timpul necesar luminii ca să ajungă dela Soarele la Pământ, s'a găsit că viţesa luminii este de 300.000 km. pe secumdă.

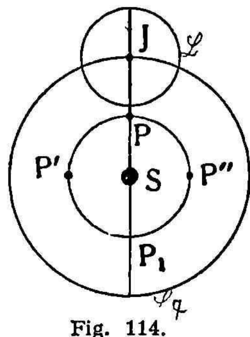


Fig. 114.

XVI. 103. Descoperirea legii atracţiei universale. Am văzut că planetele descriu în jurul Soarelui elipse şi că se supun celor trei legi ale lui Kepler. Cauza care produce aceste mişcări a dedus-o *Newton* (1676) (1). O planetă fiind în mişcare în spaţiu, înseamnă că a avut o vitesă iniţială. Conform principiului inerţiei, planeta s'ar fi mişcat în linie dreaptă şi uniform. Dar, planeta descriind o elipsă în jurul Soarelui, urmează că *este o forţă atractivă* F *către Soare*, al cărei efect combinat cu acela dat de forţa iniţială face ca planeta să descrie această elipsă. Urmează că *mişcarea planetelor în jurul Soarelui se face ca şi cum o forţă atractivă trecând Soarele lucrează asupra lor.*



Fig. 115. Newton (1642—1727).

(1) Servindu-se de rezultatele lui *Huyghens* asupra forţelor centrale (forţa centrifugă) şi de legea căderii corpurilor descoperită de *Galileu.*

Orbita descrisă în jurul Soarelui diferind puțin de cerc, putem presupune că este un cerc. Conform legii a doua a lui Kepler, ariile descrise în timpuri egale fiind egale, urmează că mişcarea pe acest cerc este uniformă.

Inesmnând cu T durata de mişcare uniformă în jurul Soarelui pe acest cerc de rază r (depărtarea mijlocie dela Pământ la Soare), se ştie ([1]) că forța, care produce acestă mişcare, este îndreptată către centru, adică spre Soare, şi are valoarea

$$(1) \qquad F = m\frac{v^2}{r},$$

unde m este massa şi v vitesa palnetei. Se ştie că în această mişcare uniformă vitesa v este

$$v = \frac{2\pi r}{T},$$

pe care înlocuind-o în (1), avem

$$(2) \qquad F = \frac{m}{r}\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}, \qquad (3) \qquad F = m\frac{4\pi^2}{r^2}\,\frac{r^3}{T^2}.$$

Aceasta este valoarea forței atractive care ține planeta în orbita sa şi de asemenea şi pentru alte planete pe orbitele lor

$$F' = m'\frac{4\pi^2}{r'^2}\,\frac{r'^3}{T'^2}, \qquad F'' = m''\frac{4\pi^2}{r''^2}\,\frac{r''^3}{T''^2},\ldots$$

Dar, după legea a treia a lui Kepler, r fiind depărtarea mijlocie a planetei de Soare, avem

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = \ldots = k = \text{const.}$$

Inlocuind în (3) pe $\frac{r^3}{T^2}$, $\frac{r'^3}{T'^2}$,.. cu egala lor k, obținem

$$F = 4\pi^2 k\frac{m}{r^2}, \qquad F' = 4\pi^2 k\frac{m'}{r'^2},\ldots$$

Punând $4\pi^2 k = \mu$, urmează că intensitatea forței atractive către Soare, care ține o planetă în orbita sa, este

$$(4) \qquad F = \frac{\mu m}{r^2},$$

adică proporțională cu massa m a planetei şi *invers proporțională cu pătratul depărtării r a planetei de Soare.*

Newton a bănuit că este aceeaşi lege care face ca sateliții să se mişte în jurul planetei respective, şi că atracția este identică cu greutatea (forța care face să cadă corpurile pe Pământ). Insemnând cu g şi g' accelerațiile greutății asupra corpului de massă m, la suprafața Pământului depărtat de centru cu raza r, şi la depărtarea r' a a Lunei, expresiile forțelor datorite greutății sunt mg şi mg';

([1]) Din Fizică.

iar cele exprimate cu formula (4) a atracţiei sunt $\frac{\mu m}{r^2}$ şi $\frac{\mu m}{r'^2}$. Egalându-ıe avem

$$ma = \frac{\mu m}{r^2}, \qquad mg' = \frac{\mu m}{r'^2},$$

şi împărţindu-le, obţinem

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{\mu m}{r'^2}}{\frac{\mu m}{r^2}}, \qquad \frac{g'}{g} = \frac{r^2}{r'^2}.$$

Inlocuind $r'=60r$ depărtarea Lunei de Pământ, avem

(5) $$g = (60)^2 g'.$$

Presupunând că orbita Lunei în jurul Pământului este un cerc cu raza r, şi însemnând cu $T'=27$ zile, 32 durata de mişcare a Lunei în jurul Pământului, ştim că expresia forţei care produce mişcarea în baza atracţiei este (2)

$$F' = m\frac{4\pi^2}{T'^2}r';$$

iar aceea datorită greutăţii, care-şi întinde efectele şi la suprafaţa Lunei, este $F'=mg'$. Presupunând că există identitate între atracţie şi greutate, urmează

$$m\frac{4\pi^2}{T'^2}r' = mg', \qquad g' = \frac{4\pi^2}{T'^2}r'.$$

Inlocuind în (5) pe g' şi apoi pe $r'=60\,r$, $T'=27$ zile, 32, $r=6370$ km, Newton a găsit pentru acceleraţia g a greutăţii aceeaşi valoare 9,8 m, pe care o găsise cu formula căderii corpurilor $s = \frac{1}{2}gt^2$ a lui Galileu. Astfel a dovedit că este identitate între greutatea la suprafaţa Pământului şi forţa care face ca planetele şi sateliţii să se mişte în orbitele lor.

De aci Newton a dedus legea atracţiei Universale. Insemnând cu m massa planetei şi r depărtarea ei de Soare, planeta se mişcă în jurul Soarelui sub acţiunea forţei

(6) $$\frac{\mu m}{r^2}.$$

Dar şi planeta exercită o acţiune asupra Sôarelui. Deci, Soarele este supus unei atracţii din partea planetei exprimată prin

(7) $$\frac{\mu_1 M}{r^2},$$

M fiind massa Soarelui, r depărtarea planetei de Soare, iar μ_1 coeficientul de proporţionalitate, deosebit de μ.

Newton introducând *principiul egalității acțiunii și reacțiunii*, a dedus

$$\frac{\mu m}{r^2} = \frac{\mu_1 M}{r^2}, \qquad \mu m = \mu_1 M, \qquad \frac{\mu}{M} = \frac{\mu_1}{m} = f,$$

Insemnând cu f valoarea constantă a acestor rapoarte, și înlocuind în (6) pe $\mu = fM$ și în (7) $\mu_1 = fm$, atunci se obține aceeași valoare

$$\frac{fMm}{r^2}.$$

Această expresie reprezintă fie acțiunea Soarelui asupra planetei, sau aceea a planetei asupra Soarelui, și se deosebesc numai prin sensul în care lucrează.

Astfel Newton a găsit expresia $\frac{fMm}{r^2}$ a legii atracției universale, că două corpuri de masse m și M, la depărtarea r, *exercită unul asupra celuilalt o atracție proporțională cu massele corpurilor și invers proporțională cu depărtarea dintre ele.*

104. Legea lui Bode. Planeta Uran. Descoperirea planetelor mici. *Bode* (astronom german) în 1778, caută să dea o lege (găsită mai înainte de *Titius*) la care să satisfacă depărtările planetelor de Soare. A considerat șirul numerelor

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384,

așa că următorul să fie îndoitul precedentului; a adăugat la fiecare din aceste numere pe 4 și împărțindu-le cu 10, a găsit

0,4; 0,7; 1; 1,6; 2,8; 5,2; 10; 19,6; 38,8...

Faptul, că primele numere din acest șir, afară de 2,8, corespund tocmai depărtărilor planetelor Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter și Saturn, făcu pe Bode și contimporanii săi să crează că această lege e generală și contimporanii săi chiar căutară o planetă căreia să-i corespundă depărtarea 2,8.

Descoperirea lui Uran. Legea aceasta păru că are mai multă temeinicie cu ocazia descoperirii planetei *Uran de Herschel* în 1781. Laplace, calculându-i orbita acestei planete, găsi că este la depărtarea 19,2, care e termenul corespunzător șirului lui Bode și care urmează după 10; deci, cu această descoperire se confirmă *legea lui Bode.*

Descoperirea planetelor mici. Legea lui Bode fiind crezută generală, trebuia să existe o planetă cuprinsă între Marte și Jupiter, care să fie la distanța 2,8 de Soare. Kepler observase

acest gol înaintea legii lui Bode şi chiar a spus: *intra Martem et Jovem interposui planetam.*

Intr'un Congres ţinut la Gota (1796), *Lalande* (fost Directorul Observatorului din Pariş) propuse să se caute această planetă necunoscută. In adevăr, la 1 Ianuarie 1801, *Piazzi* descoperi la Palermo, o planetă mică necunoscută, *Ceres*, cu depărtarea 2,8. Un astronom german *Olbers*, în 1802, descoperi altă planetă Palas, tot aşa de mică ca Ceres. In 1804, 1807, *Harding* şi *Olbers*, descoperiră încă două planete mici *Junona* şi *Vesta*, toate având aproximativ aceeaşi depărtare 2,8 de Soare.

Numărul acestor planete mici a crescut, aşa că azi se cunosc 1200. Dintre aceste planete mici, *Eros*, descoperită de *Witt* în 1898, are o deosebită importanţă pentru calcularea paralaxei Soarelui, adică a depărtării Soarelui de Pământ.

105. Descoperirea lui Neptun. Legea lui Bode se credea generală. Astronomul francez, *Le Verrier*, însă studiind drumul descris de planeta *Uran* în jurul Soarelui, observă că această planetă se abate dela legile lui Kepler şi cu ajutorul legii gravitaţiei universale, descoperită de *Newton*, Le Verrier conchise că trebue să existe o planetă care să exercite asupra lui Uran o acţiune, care să o facă să se abată dela orbita sa. Le Verrier, cu ajutorul calculelor, găsi chiar locul unde trebuia să fie acea planetă, *o descoperi* (în 1846) *în vârful condeiului său*, cum a spus astronomul *Arago* (1786—1853) (fost Director al Observatorului din Paris).

El scrise astronomului *Galle* din Berlin, care în 1846 zări pe cer în locul indicat de Le Verrier, planeta *Neptun*, a cărei distanţă de Soare este 30. Această descoperire a făcut să se observe că *legea lui Bode este arbitrară*, căci, conform acestei legi, i-ar fi corespuns planetei Neptun depărtarea 39,8, iar nu 30 după cum a găsit Le Verrier.

DESCRIEREA PLANETELOR

106. Mercur este cea mai apropiată planetă de Soare, este cufundat în razele solare, şi rareori este văzut cu ochii liberi, şi aceasta are loc numai seara după apusul Soarelui sau dimineaţa înainte de răsărit. Mercur descrie în jurul Soarelui o elipsă foarte turtită în 88 de zile şi se mişcă cea mai repede din toate planetele.

Prezintă faze ca şi Luna. N'are atmosferă şi este stâncoasă ca şi Luna. Are culoarea galben arămiu. Diametrul lui Mercur este aproape 4720 km. (Volumul este de 23 ori mai mic decât a Pământului). Durata de rotaţie în jurul axei sale este de 88 zile, egală cu durata de mişcare în jurul Soarelui. De aceea Mercur prezintă aceeaşi emisferă în faţa Soarelui. Această emisferă are o temperatură peste 400^0, iar cea opusă este obscură şi foarte rece.

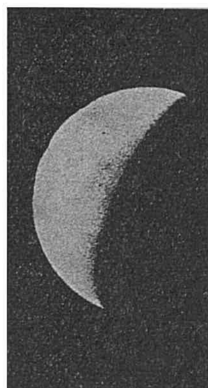


Fig. 116. Mercur. Fotografie A. Danjon.

107. Venus. Este la depărtarea 0,7 din depărtarea Soarelui. de Pământ. Descrie în jurul Soarelui o elipsă în 225 zile. Când trece între Pământ şi Soare, ajunge să fie cea mai apropiată de Pământ dintre planetele mari. Volumul său este 0,9 din al Pământului. Ecuatorul pământesc are 40.000 km. aproape, iar al lui Venus 38.620 km.

Este cea mai strălucitoare dintre toate astrele, de aceea se vede şi ziua, după apus şi înainte de răsăritul Soarelui, când se numeşte *luceafărul de seară* şi *luceafărul de dimineaţă.*

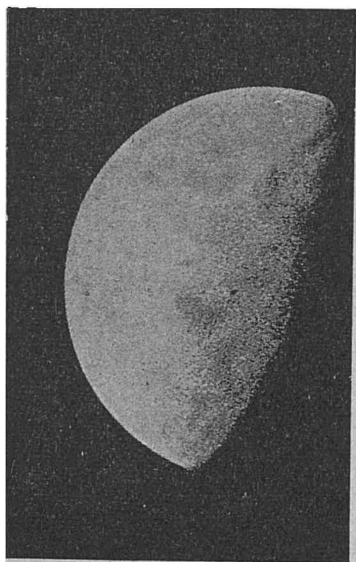


Fig. 117. Venus. Fotografie A. Danjon.

Puterea reflectoare (albedo) este mare (aproape 0,7 ; a zăpezii 0,75) şi arată că Venus este înconjurat de o atmosferă densă care ascunde detaliile suprafeţei sale. Aceasta îi dă planetei un aspect strălucitor.

Sunt condensări întunecoase în atmosfera lui Venus. Este o pătură subţire în partea înaltă a atmosferei foarte strălucitoare, sub care este o atmosferă groasă, foarte densă şi gălbue. Este compusă mai mult din gaz carbonic (cum era poate aceea a Pământului în era primară).

Temperatura [1] lui Venus este aproape de 50°. Nu se ştie exact durata de rotaţie a lui Venus în jurul axei sale. Unii cred că este egală cu durata de mişcare în jurul Soarelui, 225 zile; alţii de 24 ore; e mai sigură cea de 225 zile.

XVII. 108. Marte. Depărtarea este 1,5 din depărtarea Soarelui de Pământ (aproape 228 milioane km). Descrie în jurul Soarelui în 687 zile o elipsă mai turtită decât cea descrisă de Pământ. Este cea mai bine cunoscută dintre planete.

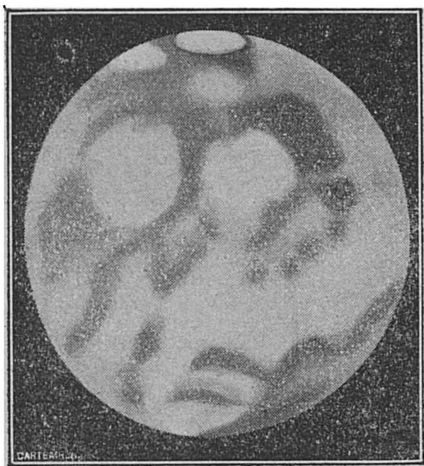


Fig. 118. Planeta Marte în 1935. Fotografie A. Danjon.

Diametrul ecuatorial al lui Marte este 6870 km. (Volumul este de aproape 7 ori mai mic decât al Pământului). Densitatea sa în raport cu apa este 3,9 (a Pământului 5,5).

Marte se învârteşte în jurul axei sale în 24 ore şi 37 minute, care este durata zilei pe Marte. Inegalităţile zilelor şi nopţilor de o parte, şi lungimea anotimpurilor sunt mai pronunţate pe Marte decât pe Pământ, căci şi anul pe Marte este de 687 zile.

Cu ochii liberi Marte apare de culoare roşcată cu pete griverzui. Are o atmosferă de densitate mică, puţin încărcată cu vapori de apă, aproape lipsită de oxigen, care nu ascunde solul planetei. La suprafaţa lui Marte se disting unele regiuni mai întunecate, altele mai clare. Pe Marte, temperatura variază cu ora zilei şi depinde de latitudinea şi culoarea locului. Părţile întunecate, numite mări, şi care sunt mai mult stepe, absorb mai multă căldură solară. De asemenea, regiunile ecuatoriale sunt mai calde decât cele din regiunea polilor. La amiazi, o parte întunecată are între 10 şi 20°, pe când o regiune mai clară

---

[1] Temperatura planetelor s'a aflat cu aparatul numit *cuplul termo-electric*, format dintr'un fir de argint şi un fir de bismut, reunite în circuit prin două suduri. Una este menţinută la o temperatură constantă, iar cealaltă sudură este supusă radierii a cărei temperatură se caută.

din suprafaţa lui Marte are dela 0° la 10°. Către regiunile polare ale lui Marte se văd calote alburii, atribuite prezenţei zăpezii şi gheţii; dimensiunile lor variază după anotimpurile planetei.

Din cauza atmosferei rară, variaţia temperaturii pe Marte este mare; coborîtă la —70 în timpul nopţii, temperatura se ridică la —20° la răsăritul Soarelui; ajunge la 15° la amiazi, revine la 0 la crepuscul şi apoi scade repede.

Marte are doi sateliţi de diametri aproape de 60 km şi 30 km. Primul prezintă particularitatea, unică în sistemul solar, că durata sa de mişcare în jurul lui Marte este mai mică decât durata de rotaţie a planetei în jurul axei sale.

109. Planetele mici. Planetele mici au depărtări care variază între 2 şi 4 din depărtarea Soarelui de Pământ. Duratele lor de mişcare în jurul Soarelui, variază între 3 şi 8 ani. Prima, Ceres, a fost descoperită de Piazzi la Palermo (1801). Azi se cunosc peste 1200 şi numărul lor creşte cu ajutorul fotografiei. Ele formează o coroană de corpuscule care circulă în jurul Soarelui. Dintre ele, planeta *Eros*, descoperită în 1898, a ajutat la determinarea paralaxei orizontale a Soarelui. La anumite opoziţii ale sale cu Soarele în raport cu Pământul (Pământul între Soare şi Eros, cum a fost în 1931), Eros a fost aproape de Pământ la 20 milioane kilometri depărtare de Pământ) (1).



Fig. 119. G. Piazzi (1746—1826).

100. Jupiter are depărtarea 5,2 de Soare (aproape 777 milioane km.). Este aproape strălucitoare ca Venus şi este mai strălucitoare ca Sirius, cea mai strălucitoare din toate stelele. Se învârteşte în jurul Soarelui în 12 ani pe o elipsă destul de turtită. Este cea mai mare dintre planete şi diametrul său este de 11 ori mai mare ca al Pământului (volumul de 1341 ori mai mare).

---

(1) S'a descoperit în 1937, altă planetă mică *Hermes* mai apropiată de Pământ.

Jupiter se învârteşte în jurul său în aproape 10 ore (de trei ori mai repede ca Pământul) şi din cauza aceasta globul său este mult turtit. Se observă că vitesa de rotaţie se micşorează dela ecuator la poli. Aceasta probează că învelişurile exterioare ale lui Jupiter sunt gazoase, iar bandele întunecate paralele cu ecuatorul sunt vapori condensaţi.

In emisferul austral se observă două pete mari, una roşie (semnalată de Cassini în 1667, lungă de 50.000 km, largă de 10.000 km), a cărei culoare variază; alta de culoare cenuşie (studiată din 1901) mai joasă şi cu mişcare mai repede decât cea roşie. Pe timpul unei întâlniri cea roşie a trecut pe deasupra celeilalte, accelerându-şi mişcarea.



Fig. 120. Fotografia lui Jupiter (în Martie 1933) de D-l Kerolyr. Staţia de Astrofizică a Observatorului din Paris.

Cu măsuri calorimetrice, s'a arătat că suprafaţa lui Jupiter are temperatura de —130 centigrade. In atmosfera sa se află hidrogen, metan, amoniac. Cea mai mare parte din amoniac este lichefiat, şi formează nourii vizibili la suprafaţa lui Jupiter în continuă transformare.

Jupiter are 11 sateliţi. Primii patru au fost descoperiţi de Galileu în 1610; doi sunt mai mari ca Luna, al treilea cât Mercur. Sateliţii al optulea şi noulea circulă retrograd pe orbite neînchise în mai puţin de 3 ani. Se crede că sunt asteroizi capturaţi de Jupiter. Ultimii doi au fost descoperiţi fotografic la Observatorul Muntele Wilson 1938.

110. Saturn. Depărtarea de Soare este 9,5 (aproape un miliard şi jumătate km). Se învârteşte în jurul Soarelui în 29 ani şi jumătate. După Jupiter este cea mai mare din planete, diametrul mijlociu al lui Saturn este de 9 ori şi jumătate mai mare ca al Pământului (volumul de 840 ori mai mare). Se învârteşte în jurul său în 10 ore şi 14 minute.

Saturn are o constituţie analoagă cu a lui Jupiter, în care aproape tot amoniacul este solidificat. Se observă la suprafaţa sa o zonă ecuatorială destul de strălucitoare, calotele polare în general întunecate şi bande mai mult sau mai puţin întunecate paralele cu ecuatorul planetei. Atmosfera sa este de densitate mare, şi are o temperatură aproape de —135°.

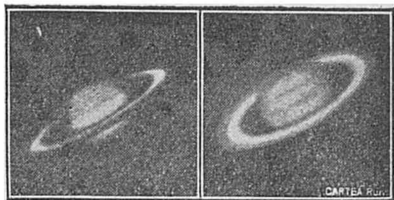


Fig. 121. Saturn în 1912. Fotografie P. Lowell.

Ceeace îl caracterizează pe Saturn, sunt inelele ([1]), care-l înconjură fără să-l atingă şi care formează o coroană de cinci ori mai largă decât diametrul Pământului, dar foarte subţire (între 70 şi 150 km). Aceste inele se găsesc în prelungirea planului ecuatorului globului lui Saturn.

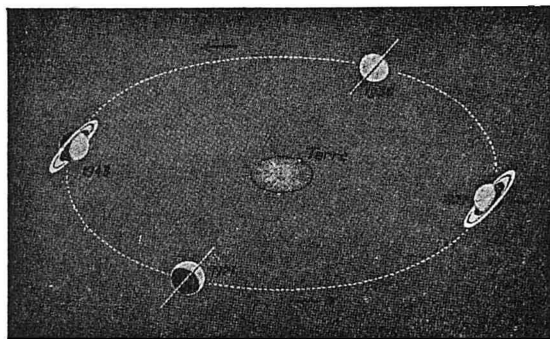


Fig. 122. Explicarea aspectului variabil cu timpul al inelului lui Saturn.

Când Pământul trece prin acest plan, atunci inelele au aspectul unei linii de umbră subţire pe care o aruncă pe discul lui Saturn (cum a fost în 1936, cea viitoare în 1952). După un sfert din timpul în care planeta face ocolul Soarelui (aproape 7 ani) inelele au lărgimea aparentă maximă şi se văd aproape deschise (cum a fost în 1928, cea viitoare în 1943).

Se disting trei părţi principale; inelul exterior de culoare închisă; inelul mijlociu, de strălucire mai vie, mai ales pe marginea exterioară şi separat de primul prin diviziunea lui Cassini care pare foarte întunecoasă; apoi vine inelul interior de culoare închisă şi transparentă (căci se văd marginile planetei îndărătul acestui inel).

([1]) Huyghes a demonstrat în 1650 existenţa inelelor lui Saturn.

Inelele lui Saturn sunt opace, căci aruncă umbră pe planetă. Sunt formate din corpuscule mici solide, discontinue, circulând în jurul planetei, în planul ecuatorului. Se observă locuri unde se strâng mai multe corpuscule, precum şi alte regiuni nestabile şi chiar goluri, datorite perturbărilor sateliţilor lui Saturn. Toate acestea înoată într'o pulbere, căci se văd nori care umple golurile. Inelele lui Saturn sunt formele din sfărămăturile unui satelit.

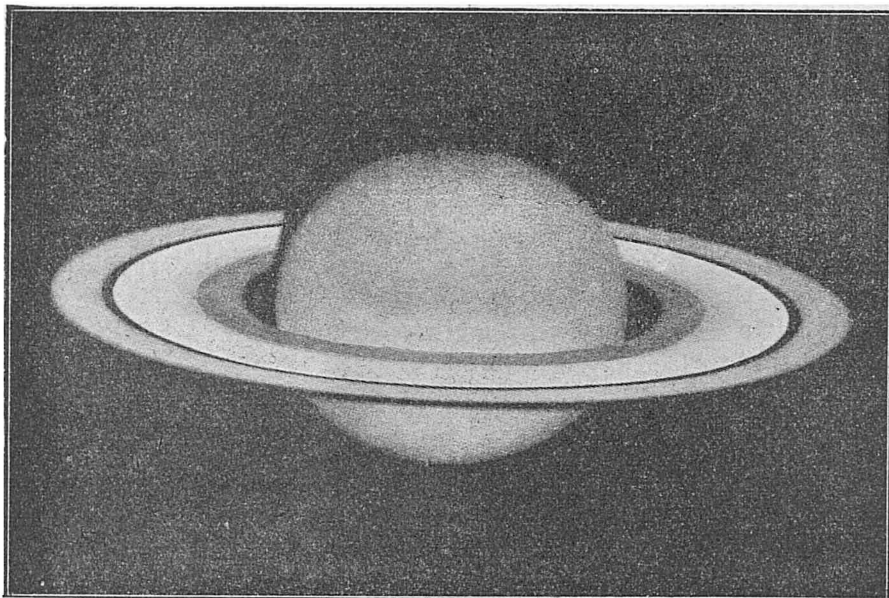


Fig. 123. Aspectul telescopic al lui Saturn în Iunie 1924. Observatorul din Meudon (Franţa).

Saturn are 10 sateliţi, circulând aproape toţi în planul inelelor. Primul a fost descoperit de Huyghens în 1665, iar al noulea circulă retrograd.

112. Uran are depărtarea de Soare 19,2 (şi este aproape 3 miliarde km). A fost descoperit de *Herschel* ( ) în 1871, crezând

(1) *W. Herschel* (1738—1822), născut la Hanovra, a trecut în Anglia pentru a profesa meseria de muzicant, începu a studia astrele la vârsta de 36 ani şi deveni unul din cei mai mari astronomi. In toate ramurile Astronomiei a făcut descoperiri; a perfecţionat telescopul, pe care l-a construit el însuşi, şi fondă Astrofizica.

întâia oară că este o cometă. Urmărind mai mulţi ani mişcarea sa, observă că este o planetă cu durata de mişcare în jurul Soarelui de 84 ani. Este de magnitudinea a şaptea şi este invizibilă cu ochii liberi. Are diametrul de 4 ori mai mare ca al Pământului (volumul de 64 de ori mai mare).

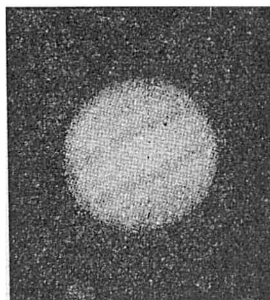


Fig. 124. Uran.

Durata de rotaţie în jurul axei sale este de 11 ore, deci turtirea globului este mare. Este singura planetă care se mişcă în sens retrograd în jurul său.

Uran are o atmosferă densă, din care a dispărut amoniacul (care este complet soldificat), iar metanul formând regiuni enorme, până la o mare adâncime, de unde urmează intensitatea bandelor ce se văd pe globul său. Temperatura atmosferei lui Uran este sub —170°.



Fig. 125. Le Verrier.

Saturn are 4 sateliţi, care circulă retrograd în jurul planetei.

113. Neptun a fost descoperit de *Le Verrier* în 1846. Depărtarea sa de Soare este 30 (şi este aproape 4,5 miliarde km) şi apare ca o stea de magnitudinea a opta. Durata sa de mişcare în jurul Soarelui este de 165 ani, orbita fiind aproape circulară. Are diametrul de 4,3 ori mai mare ca al Pământului (volumul de 79 ori mai mare). Cu ajutorul Analizei spectrale s'a arătat că Neptun se învârteşte în jurul său în 16 ore. Temperatura sa este aproape —220°. In atmosfera lui Neptun se găseşte mai mult metan, iar amoniacul este complet solidificat. Are un singur satelit cu o mişcare retrogradă.

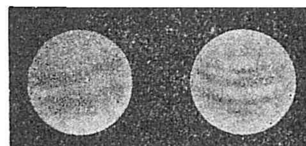


Fig. 126. Aspectul lui Neptun (1919 şi 1920).

114. Pluton a fost descoperit fotografic în Ianuarie 1930, la Observatorul Lowell (în Flagstaff, Arizona, Statele Unite) după prezicerile astronomului Percival Lowell. Se bănuia de mai bine de un secol

existenţa acestei planete transneptuniene. Este de magnitudinea 15-a, la depărtarea 39,5; distanţa sa de Soare variază dela 4500 la 7400 milioane km. Descrie în jurul Soarelui o elipsă puţin turtită în 250 ani. Se crede că este la o temperatură foarte scăzută şi că este cea mai veche dintre plante.

COMETE. METEORI. METEORIŢI

XVIII. 115. Descrierea geometrică sumară a iperbolei şi parabolei. Secţiunile unui con de rotaţie cu un plan se zic conice. Dacă planul secant nu e paralel cu nici o generatoare a conului

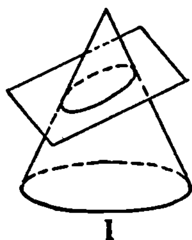


Fig. 127.

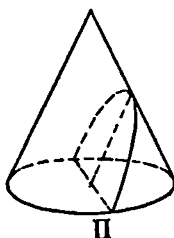


Fig. 128.

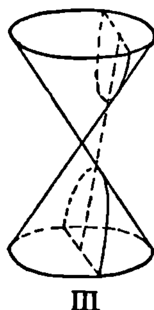


Fig. 129.

şi nu taie decât o pânză (Fig. 127), secţiunea este o elipsă; dacă planul secant este paralel cu o generatoare a conului, secţiunea este o *parabolă* (Fig. 128); când planul secant taie cele două pânze ale conului, secţiunea este o *iperbolă* (Fig. 129). Cercul este un caz particular de elipsă cu axa mică egală cu axa mare. Se vede că iperbola şi parabola sunt curbe ce au ramuri care merg la infinit.

116. Aspectul şi constituţia cometelor. Când o cometă a fost văzută sau descoperită cu instrumente puternice departe de Soare, ea apare mai întâi cu o lumină slabă, formată dintr'un *nucleu* strălucitor, înconjurat de o nebulozitate mai rară, numită *coamă*, a cărei strălucire se micşorează cu cât se depărtează de nucleu. Nucleul şi coama formează *capul cometei*. Apoi, cometa apropiindu-se de Soare, nucleul se deformează. Materia care-l constitue este sediul unor perturbări violente datorite

acţiunii Soarelui. In fine apare *coada*, sau mai multe, constituită dintr'un mediu foarte rarefiat, căci stele foarte puţin strălucitoare pot fi văzute prin coada cometei, fără să se micşoreze strălucirea lor.

Nucleul este format din corpuscule solide, unele de dimensiuni mai mari; ele se grupează ca un roiu şi circulă în jurul Soarelui ca o planetă mică, care poate ajunge la o dimensiune de câteva sute de kilometri. Gaze rarefiate sunt emise de nucleu şi formează coama, ale cărei particule sunt respinse departe de către lumina Soarelui. Acest fenomen, care dă loc dezvoltării cozii, explică pentruce coada are cea mai mare întindere atunci când cometa este cea mai apropiată de Soare. De asemenea şi fenomenele electrice intervin la formarea cozilor cometelor.

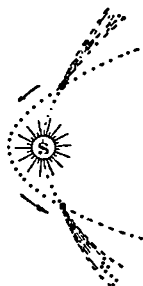


Fig. 130. Mişcarea unei comete şi poziţiile succesive ale cozii totdeauna opusă Soarelui.

Spectrul cometelor apare slab luminat şi este analog cu al Soarelui, de unde rezultă că strălucirea lor provine dela Soare (emisiunea de electroni dela Soare, sau din acţiunea ionizantă a luminei sale ultra violetă). Nucleul pare să reflecteze lumina solară ca un meteor. Aproape de perigeul orbitei (poziţia cea mai apropiată de Soare), cometa pare să emită un spectru continuu care să-i fie propriu.

Spectrele de emisiune relative la fiecare parte a cometei variază în intesitate în raport cu depărtarea sa de Soare, şi prezintă chiar deosebiri. Astfel, *nucleul* emite bande de *carbon*; coama dă bande de *cianogen*. Se observă mai mult cianogen când e mai departe de Soare, şi mai mult carbon în apropiere de Soare. Când o .ometă se apropie mult de Soare, *sodiul* apare în capul cometei, pe când în regiunile coamei apar numeroase bande subţiri sau raz neidentificate. In *coada* cometelor spectrul este cu *oxid de carbon* şi uneori *azot*.

S'a constatat că încălzind un meteorit într'un tub Geissler, se obţine un spectru comparabil cu al cometelor, de unde rezultă că meteoriţii provin din dezagregarea cometelor.

117. Orbitele cometelor în jurul Soarelui sunt elipse sau parabole. Unele se mişcă direct, altele în sens retrograd. Cometele îşi schimbă forma orbitelor lor, când se apropie de o planetă, de ex., de Jupiter, care îi schimbă direcţia vitesei. Aşa că, pe când înainte orbita era o elipsă mai rotundă, şi era posibil ca

acea cometă periodică să apară după un timp mai scurt, acum se va mişca pe o elipsă mai lunguiaţă, adică acea cometă să apară după mai mult timp. Sau, orbita ei să devie o parabolă, şi cometa să nu mai revie. Astfel, cometa *Lexell*, a cărei apariţie în 1770 a permis a i se calcula perioada sa de cinci ani şi jumătate, n'a mai apărut.

Sunt comete care se învârtesc în jurul Soarelui în trei ani aproape, altele în mii de ani. Dintre cometele periodice, numai pentru 29 s'a observat reîntoarcerea lor. Dar, toate aceste comete reapar mai slab luminate şi mai mici, şi adesea după mai multe reveniri, ele sfârşesc prin a dispărea în adâncimile Universului, fără a şti sigur cum au apărut în sistemul solar şi care este originea lor.

118. Dimensiunile şi massele cometelor. Cometele au dimensiuni foarte mari. Astfel, cometa din 1843 avea nucleul şi coama mare cât Soarele, iar coada cât distanţa dela Pământ la Soare. (Densitatea lor este extrem de mică, de 10.000 ori mai mică decât aceea a aerului). In adevăr, cometa Brooks acoperise în 1886 aproape întreaga suprafaţă a lui Jupiter. Forma orbitei cometei a fost foarte mult influenţată, căci perioada a fost redusă dela 27 ani la 7 ani; dar nici o perturbare n'a fost observată în mişcarea lui Jupiter sau a sateliţilor săi.



Fig. 131. Cometa Coggia.

119. Comete periodice. Familii de comete. Printre cometele periodice, cele principale sunt următoarele. *Cometa Halley* (1), observată în 1862 de Halley, are durata de mişcare 76 ani; această cometă a apărut în 1910. Mişcarea sa este retrogradă, pe când toate celelalte comete periodice descriu orbita lor cu o mişcare directă. Cometa se apropie de Soare mai mult ca Mercur şi se depărtează mai mult ca Neptun.

---

(1) *Halley* (1656 — 1742), astronom englez.

Cometa Enke, cu durata de mişcare 3 ani şi $^1/_3$.

Cometa Biela avea o perioadă de 6 ani şi ½; s'a descompus în 1846 în două comete, fu văzută din nou în 1852 ca două comete, dar de atunci nu s'au mai văzut; în anii 1872 şi 1885 s'au văzut în locul lor un mare număr de meteori. Cometa Biela deci nu mai există, ci numai sfărămăturile ei (meteoriţi).

Cometa Faye, are ca perioadă 7 ani şi jumătate.

Cometele prezintă între ele de o parte şi cu câteva planete de altă parte, legături strânse, şi formează *familii de comete*. Cometele din 1843, 1880, 1882 au descris aproape aceeaşi orbită şi au prezentat aspecte analoage; poate că au făcut parte dintr'o cometă mai mare, care s'a dezagregat sub influenţa so-

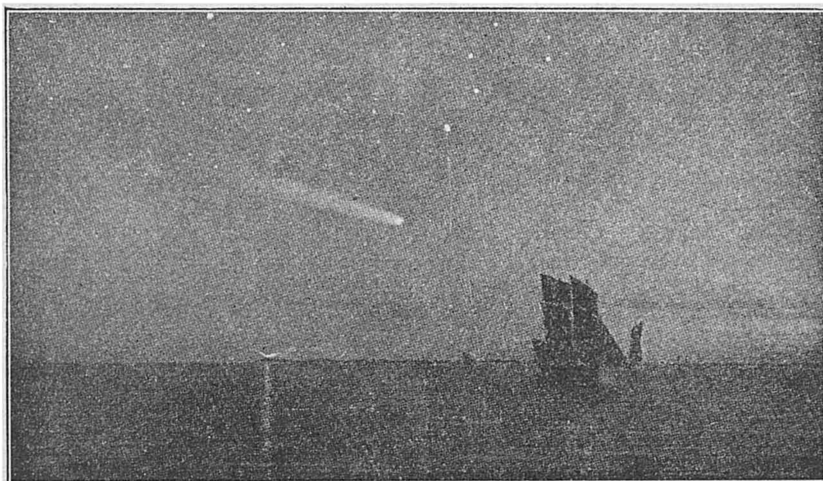


Fig. 132. Cometa Halley în Iunie 1910 (va reveni în 1986).

lară. *Familiile* de comete zise ale lui *Jupiter, Saturn, Uran* şi ale lui *Neptun* sunt constituite din comete, care la cea mai mare distanţă a lor de Soare, la afeliul lor, sunt vecine de orbitele acestor diverse planete.

120. **Cometele cele mai însemnate. Comete recente. Comete telescopice.** Istoria a înregistrat câteva comete însemnate, care au înspăimântat oamenii martori ai apariţiei lor. Intre acestea, sunt următoarele. *Cometa Chéseaux*, văzută în 1744, care avea şase coade, ce se puteau vedea cu ochiul liber în timpul zilei. *Cometa din* 1811, avea coada mai mare ca distanţa de la Pământ la Soare. *Cometa din* 1843, avea o coadă subţire lungă de peste 320 milioane kilometri, şi era văzută sub un unghiu de 60 grade. In Februarie 1843, nucleul şi coama sa înconjură Soarele cu vitesa de 550 kilometri pe secundă, trecând numai la 52000 kilometri depărtare de Soare, adică în plină regiune unde se manifestă protuberanţele solare. Cu toată apropierea sa de massa solară, cometa a reapărut

zilele următoare, fără nici o schimbare în structura sa. *Cometa Donati*, descoperită în 1858, avea de asemenea o coadă remarcabilă prin curbura şi strălucirea sa, formată din mai multe părţi; partea principală, cea mai luminoasă, era aşa de încovoiată că avea aspectul unei secere, pe când celelalte două mai slabe, tangente la cea dintâi, mergeau în linie dreaptă la o distanţă de peste 88 milioane kilometri. Perioada acestei comete este probabil 1950 ani; adică astronomii o vor revedea în anul 3808.

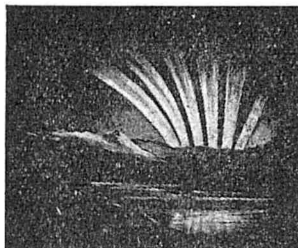


Fig. 133. Cometa Chéseaux.

Cometele mai de curând descoprite sunt cele din 1861, 1862, 1865, aceea din 1874 (cometa Coggia), şi în fine cea din 1882, a cărei coadă se întindea pe o lungime de 112 milioane kilometri.

Alături de cometele ale căror apariţii au fost senzaţionale, sunt un mare număr de comete telescopice, care se văd numai cu telescopul. Dând telescopului o mişcare egală cu a sferei cereşti, cometele apar în câmpul telescopului cu o slabă lucire care se mişcă printre stele, spre deosebire de nebuloase care par fixe faţă de stele. Pe placa fotografică stelele apar ca puncte luminoase, pe când cometele dau dungi luminoase. Din contră, dând instrumentului o mişcare egală cu a cometei, aceasta apare ca fixă pe placa fotografică, pe când stelele dau linii luminoase.



Fig. 134. Halley (1656—1742)

Numărul cometelor telescopice creşte anual. Multe din ele au fost descoperite de astronomii francezi, *Pons* (27) (¹), *Messier* (13), *Giacobini* (20), iar în America de *Brooks* (20), *Barnard* (19), *Perrine* (13).

XIX. 120. Meteori. Meteoriţi (²). Se văd apărând uneori pe cer puncte luminoase, care se mişcă repede şi încetează după una sau două secunde, lăsând impresia unei linii luminoase. Se mai văd că apar şi globuri luminoase mari cât Luna care traversează atmosfera, făcând câte odată explozie, cu sgomote analoage cu tunetul şi unele se sfărâmă ajungând pe Pământ.

Se zice *meteorit* o masă solidă care cade din spaţiu pe Pământ. *Meteor* este fenomenul luminos produs de meteorit în timpul trecerii prin atmosfera pământească. Sunt meteori care apar în grupe, pornind din acelaşi punct al cerului numit ra-

(¹) Fost mai întâi portar la Observatorul din Marseille unde au fost descoperite cele mai multe comete telescopice; apoi, la acelaşi Observator, dela 1813, astronom ajutor, iar în 1825 Directorul Observatorului din Florenţa.

(²) Stelele căzătoare, bolizi, etc., sunt numite ştiinţific meteori.

diant; sunt alţii care apar întâmplător, fără direcţie hotărîtă. Cei dintâi se mişcă pe orbite eliptice (Fig. 135), din care unele coincid cu acelea ale unor comete dispărute şi deci aparţin sistemului solar.

Sunt anumite regiuni de unde apar mai mulţi meteori, la anumite epoci ale anului, şi iau numirea după constelaţia unde sunt aceşti radianţi. Astfel sunt *Andromedidele* dela 6 Mai, *Perseidele* dela 10 August, *Leonidele* dela 14 Noembrie. Numărul meteorilor fiecărei grupe variază după durata de mişcare în orbita lor. Astfel pentru Leonide este de 33 de ani, iar în 1866, 1899 au apărut ca o adevărată ploaie de meteori [1].

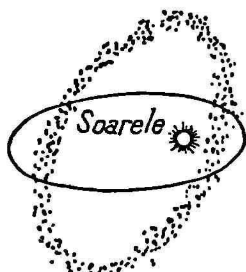


Fig. 135.

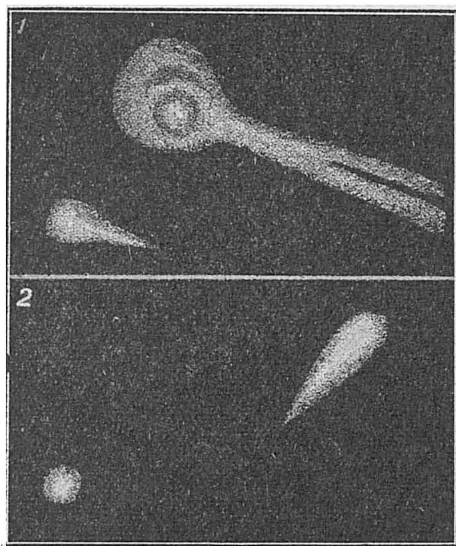


Fig. 136. Dedublarea cometei Biela. 1. Văzută în 1846, după Struve; 2. In 1852, după Secchi.

Meteorii luminoşi apar cam la 150 km înălţime şi dispar la 50 km. Timpul cât se văd este foarte scurt, cel mult 4 sau 5 secunde, de unde rezultă că se mişcă cu vitese enorme dela 70 km la 170 km pe secundă.

Sunt meteori care se văd numai cu telescopul şi sunt foarte mulţi (cu sutele de mii) ca şi cei văzuţi cu ochii liberi.

Spectrul meteorilor este un spectru de gaz, unde apar raze de hidrogen. Apariţia meteorilor se explică astfel. Materia cosmică cir-

(1) Este legătură între meteori şi căldura dela începutul lui Noembrie şi frigul din Mai. Astfel, între 10 şi 18 Noembrie (Vara Sfântului Martin) când orbita Leonidelor este în apropierea Pământului, atunci Pământul este între Soare şi grupa Leonidelor. Ele reflectează pe Pământ căldura provenită dela Soare, şi aşa se explică creşterea temperaturei la acea epocă. Peste şase luni, pe la mijlocul lui Mai (Sfinţii de ghiaţă), grupa Leonidelor este între Pământ şi Soare, şi contribue ca un paravan, care opreşte căldura dela Soare şi face să se răcească temperatura.

culând în jurul Soarelui, şi întâlnind atmosfera pământească, atunci hidrogenul care se află în această materie poroasă se condensează brusc şi o aduce în stare incadescentă (cum funcţionează în laboratoare aparatele automate pentru aprinderea gazului de iluminat).



Fig. 137. Marele meteor din Martie 1933. Fotografia D-lui C. M. Brown din revista L'Astronomie.

Cu ajutorul Analizei spectrale, după cum şi Schiaparelli a afirmat, s'a arătat că meteorii radianţi sunt proveniţi din dezagregarea cometelor, sub influenţa de împrăştiere din partea Soarelui în momentul când se apropie cel mai mult de Soare. In adevăr, s'a arătat că orbita *Perseidelor* este identică cu aceea a cometei *Tuttle* (1882); *Leonidele* cu a cometei *Tempel* (1862); *Andromedidele* cu a cometei *Biela*, dispărută în 1852, apărând în 1885 ca ploae de meteori; a celor din *Dragon* din Oct. 1933 cu a cometei *Giacobini* (descoperită în 1900).



Fig. 138. Dezastrul produs în Siberia de meteoritul din 1908 (Foto Kilik din L'Astronomie).

In afară de curenţi cometari, care dau meteori radianţi, mai sunt *curenţi interstelari de meteori* în interiorul Galaxiei, ca cel observat că vine din direcţia constelaţiei Taurul, nu departe de Pleiade. Este chiar legătura între aceşti curenţi şi norii absorbanţi din Galaxie. Schimbarea luminii stelelor de absorbţie interstelară, probează că norii absorbanţi trebue să conţină particule care să producă această schimbare de culoare.

Meteoriţii sunt sau metalici (sideriţi), sau de origine pietroasă (aeroliţi). Meteoriţii metalici conţin mai mult fer şi mai puţin nichel şi crom; cei de origine pietroasă au o compoziţie analoagă cu aceea a lavei vulcanilor, cu mici cantităţi de fer. In aceste pietre meteorice se găsesc aceleaşi corpuri simple ca şi pe Pământ; însă nimic asemănător cu materialele terenurilor pământeşti stratificate, adică mici roci, mici calcare, care să reamintească acţiunea apelor oceanelor, sau a vieţii.

De cele mai multe ori meteoriţii cad izolaţi; dar au fost cazuri când au apărut (în 1908) ca o adevărată ploae de petre; la Laigle (Franţa) pe o lungime de 11 km, pietrele căzute cântărind unele mai mult de 10 kg. Sunt şi meteoriţi de mii de kg; Peary, exploratorul polului nord a găsit în Groenlanda unul în greutate de 36 tone.

Printre meteoriţii cei mai interesanţi, este cel din Mai 1908 în Siberia centrală, care a devastat un teren de 60 km. diametru, şi s'au auzit sgomote la mai mult de 1000 km. depărtare. Cel din 1914 a avut o mărime care întrecea pe a Lunei, a traversat Franţa dela est la vest, a strălucit de trei ori dealungul acestui drum, iar sgomotul s'a auzit pe o întindere mai mult de 200 km. dela

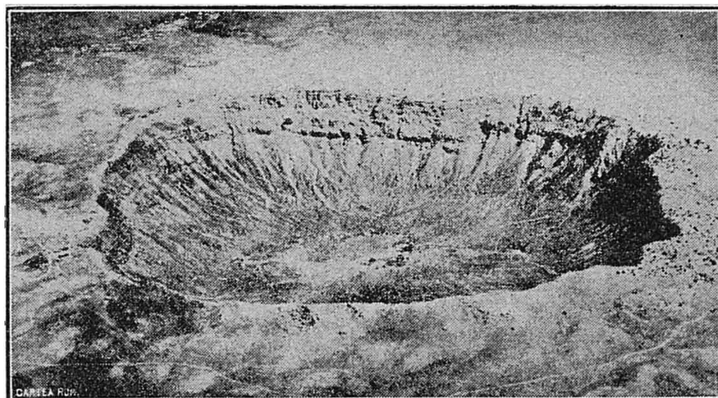


Fig. 139. Scufundarea terenului de meteoritul căzut în Arizona (Fotografie Baldet, Astronomie).

punctele de explozie. Cel mai nou, în Martie 1933, un meteor strălucitor a traversat sudul Statelor Unite dela est la vest. Meteorul a descris o traectorie sinuasă, s'a divizat în două părţi înconjurate de o mare atmosferă gazoasă extrem de luminoasă, de aproape 10 km diametru. Se afla la o înălţime de 40 km şi se deplasa cu 30 km, pe secundă şi a lăsat o dâră de 300 km lungime şi 5 km lăţime, care a rămas luminoasă timp de o oră şi jumătate, când au căzut şi mici fragmente pietroase. Cel mai mare meteorit este cel căzut acum 5.000 de ani în apropiere de Winslow în Arizona (Statele Unite), care în căderea lui a scufundat pământul mai mult de 300 metri adâncime, pe o întindere circulară de un diametru de 1,5 km. O societate minieră a început în 1920 exploatarea acestui meteorit, evaluat în greutate de 10 milioane tone, din care s'ar putea scoate nouă părţi fier, şase părţi nichel şi restul cobalt, cupru, platină, iridiu.

FORMAREA SISTEMULUI SOLAR.

122. Planetele cu sateliţii lor cometele, formează sistemul solar. Soarele este una dintre miliardele de stele ale Galaxiei, aşezat la depărtarea două treimi dela centrul ei. Soarele văzut din cea mai apropiată stea, ar părea ca o stea de întâia magnitudine. Dar planetele, chiar Jupiter, privite cu instrumente puternice, n'ar fi văzute chiar din cea mai apropiată stea. De aceea este greu de dovedit părerea unora că ar mai fi în Univers alte sisteme analoage cu cel solar.



Fig. 140. C. *Flammarion* (1842—1925). Fondatorul Societăţii Astronomice din Franţa.

Explicarea formării planetelor după *Jeans* (astronom englez) este următoarea: Intr'un timp foarte îndepărtat, de miliarde de ani, o stea s'a apropiat de Soare, şi a exercitat asupra lui o atracţie excepţional de mare. Mareea produsă depăşind limita stabilităţii, o parte de materie s'a detaşat din Soare, şi la rândul ei s'ar fi divizat apoi pentru a da naştere planetelor, care din cauze analoage, sub efectul atracţiei Soarelui şi a acelei stele care a turburat massa Soarelui, a dat la rândul lor naştere sateliţilor. Tot aşa s'a explicat că planele orbitelor (drumurilor descrise) planetelor şi ale sateliţilor pot să nu coincidă cu ecuatorul solar.

Să considerăm una din părţi ieşită din păturile exterioare ale Soarelui şi aşezată la oarecare distanţă. Aceste pături au mai mult hidrogen, apoi urmează heliu, oxigen şi carbon; apoi vin azot, siliciu şi metale. Pentru ca o massă din aceste gaze să poată să-şi ţie echilibrul prin propria sa gravitaţie, trebuie să fie mare, ca a planetelor mari. O massă mijlocie nu poate să-şi reţină gazele uşoare şi iuţi şi ar da o planetă cum e Pământul, Venus, Marte. O massă foarte mică ar pierde toate gazele sale, şi n'ar avea atmosferă, cum sunt Mercur, Luna, meteoriţii.

Pentru o planetă mijlocie, atunci când era foarte caldă, ea a pierdut toate gazele sale cum sunt hidrogen, heliu, azot, afară de oxigen intrat în combinaţie cu siliciu. Condensările de metal topit şi lavă s'au strâns în centru formând nucleul, înconjurat de o mare de lavă care începe să se solidifice. Atunci s'au născut vapori, apă şi gaz carbonic cu puţin azot şi astfel se crede că s'a format atmosfera. Oxigenul liber care figurează pe Pământ se crede că este datorit vieţii pământeşti. Formarea de straturi pe pământ foloseşte acest oxigen pentru a produce compuşii ferului. Şi numai vulcanii restituie provizia de oxigen sub formă de gaz carbonic. Pentru Marte, a cărui coloare roşiatecă arată pe aceea a compuşilor ferului, aceste formări sunt aproape de sfârşit; la aceasta a ajutat şi ozonul produs în partea de jos a atmosferii, de radierea solară, care a accelerat oxidarea.

Venus abia acum este înconjurat cu gaz carbonic şi suprafaţa sa este poate încă la o temperatură de fierbere; de aci ar urma lipsa de oxigen, de viaţă. Vaporii de apă care ar trebui să fie, n'au putut încă a fi descoperiţi.

La planetele superioare, hidrogenul care a fost reţinut, a schimbat reacţiile chimice. Prin răcire, amestecul de hidrogen şi gaz carbonic s'a transformat în metan şi apă. De asemenea, amestecul azotului cu hidrogenul ar da amoniac la o temperatură joasă. Aşa este pentru Jupiter, o massă profundă cu mult amoniac condensat (lichefiat), deasupra căruia este o atmosferă conţinând hidrogen, şi mai ales amoniac şi metan. Această massă profundă pare îngheţată având în vedere temperatura joasă (sub—130^0). De asemenea, şi nourii din atmosferă pare să fie formaţi de mici cristale de amoniac îngheţat.

Vârsta Pământului este cunoscută din studiul minereurilor radioactive. După proporţia de plumb conţinută în uraniu, s'a putut afla că *vârsta Pământului este aproape de două miliarde ani.*

Vârsta Soarelui, adică originea sa, ar fi de 3000 de ori mai veche ca a Pământului.

ASTRONOMIE STELARA. NOŢIUNI DE ASTROFIZICA

XX. 123. Paralaxa unei stele. Depărtarea stelelor. Spaţiul este aproape gol (vid). Fie E (Fig. 141) o stea, S Soarele şi T_1T_2 diametrul orbitei pământeşti perpendicular pe ES. Unghiul SET_1 sub care s'ar vedea din stea semidiametrul orbitei pământeşti se zice *paralaxa anuală* a stelei. Dacă se fotografiază re-

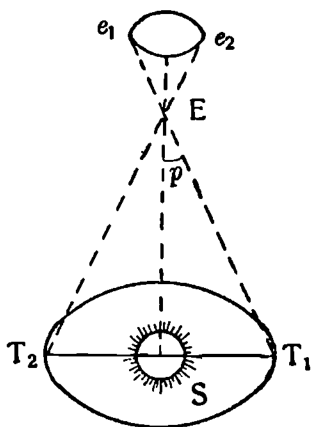


Fig. 141.

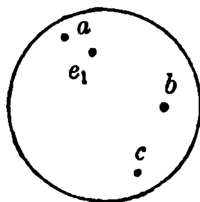


Fig. 142.

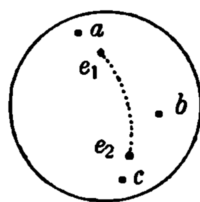


Fig. 143.

giunea cerului unde este steaua E la la epoca T_1, se obţine figura 142, unde E are poziţia e_1 în raport cu stelele *a, b, c* pe care le-am ales dintre acelea ce par nemişcate. Fotografiind aceeaşi regiune după şase luni, în T_2, vedem că e_1 a venit în e_2 (Fig. 143), iar stelele *a, b, c* au rămas în aceeaşi poziţie. Aşternem figura 142 peste fig. 143, aşa ca *a, b, c* să coincidă şi măsurăm micrometric arcul e_1e_2, care va reprezenta unghiul T_1ET_2, îndoitul paralaxei anuale a stelei E. chiar pentru stelele cele mai apropiate, acest unghiu este mai mic decât $1''$ (o secundă de arc).

Depărtarea stelelor se calculează cu formula (5, Nr. 62).

$$d = \frac{206265''}{p} r,$$

unde p este paralaxa stelei și r semiaxa mare a orbitei pământești (depărtarea dela Soare la Pământ). Prima depărtare a fost măsurată de Bessel în 1838 pentru o stea din constelația Lebăda.

Depărtarea stelelor se află cu alte metode, cum vom vedea mai departe. Pentru a ne face idee de depărtările stelelor, să observăm că lumina, care are vitesa de 300.000 km pe secundă, face drumul dela Soare la Pământ în 8 minute și 18 secunde, iar dela steaua cea mai apropiată, *α Centaur* (care strălucește aproape de polul sud), a cărei paralaxă este 0",76, lumina vine în 4,3 ani. Depărtările în Astronomie se măsoară cu *anul de lumină*, care este drumul pe care îl parcurge lumina într'un an, cu 300.000 km pe secundă (aproape 10^{12} km). O altă unitate de măsură a depărtărilor este *parsec*, adică depărtarea care corespunde la o stea cu paralaxa de 1" (secundă de arc) și valorează 3,3 ani de lumină.

Sirius cea mai strălucitoare stea este la depărtarea 5 ani de lumină de Soare.; Steaua din Lebăda la 11 ani de lumină. Dela Soare până la această stea s'au găsit mai puțin de 20 stele. Interiorul acestui imens domeniu sferic, cu raza de 11 ani de lumină, este aproape gol. *Spațiul este extrem de vid*, și depărtarea dintre două stele este 5 ani de lumină în mijlociu.

124. Magnitudinea sau strălucirea aparentă a stelelor depinde de strălucirea absolută (reală) a stelei și de depărtarea sa. Magnitudinea unei stele se fixează printr'un număr, care este cu atât mai ridicat cu cât steaua este mai puțin strălucitoare. Când se trece dela o magnitudine la următoarea (de ex., dela întâia la a doua, etc.), raportul strălucirilor aparente este un număr constant, egal aproximativ cu 2,5. Astfel, strălucirea unei stele de magnitudinea întâia este de 2,5 ori mai mare ca strălucirea unei stele de magnitudinea a doua; aceasta este de 2,5 ori mai strălucitoare ca o stea de magnitudinea treia; etc. Pentru stele a căror magnitudine este cuprinsă între a doua și a treia, magnitudinile lor pot fi reprezentate cu numerele 2,1; 2,2; ... 2,9. Steaua *Aldebaran* din constelația *Taurul*

a fost aleasă ca stea de magnitudinea 1. Stele mai strălucitoare ca Aldebaran au magnitudinile reprezentate cu numere negative. Astfel, steaua cea mai strălucitoare aparentă de pe cer *Sirius* are magnitudinea — 1,6, Canopus — 0,9, Procion 0,5, Capra 0,2, Polara 2. Catalogul Harvard dă magnitudinile a 45972 stele mai strălucitoare pe cer.

Unele planete mai luminoase au magnitudini negative. Astfel Jupiter are magnitudinea aproape — 2; Venus între — 3 şi — 4; Luna plină — 13, Soarele — 27.

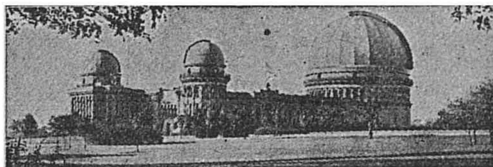
Dăm depărtările în ani de lumină pentru primele stele de întâia magnitudine în ordine de strălucire descrescătoare, începând cu Sirius cea mai strălucitoare.

Stele	ani de lumină	Stele	ani de lumină.
Sirius	8	α Centaur	4
Canopus	195	Vega	25

125. Strălucirea absolută a stelelor. Stelele ne apar cu străluciri diferite, fie din cauza puterii lor luminoase, fie din cauza depărtării. Pentru a defini mărimile luminoase absolute ale stelelor, ar trebui toate aranjate la aceeaşi depărtare de noi. Se zice *strălucire absolută* a unei stele, strălucirea pe care ar avea-o dacă steaua ar fi situată la unitatea de depărtare de noi, de 33 ani de lumină (10 parsec). Atunci la fiecare stea corespunde o strălucire absolută, adevărata mărime a puterii sale luminoase.

Se ştie că raportul dintre strălucirea aparentă (magnitudine) şi strălucirea absolută este invers proporţional cu pătratul distanţei. Adică, dacă depărtarea se măreşte, strălucirea aparentă se micşorează în raport cu pătratul depărtării. Numai atunci putem şti în ce raport stau strălucirile lor absolute, dacă cunoaştem depărtările lor. In adevăr, considerând două stele cu aceeaşi strălucire aparentă (magnitudine), şi dacă ştim că una este de 3 ori mai depărtată ca cealaltă, putem deduce că cea mai depărtată stea are strălucirea aparentă de 3^2, adică de 9 ori mai mare ca a celei mai apropiate. Invers, dacă printr'un mijloc oarecare (care se cunosc) putem şti strălucirile absolute ale stelelor, compararea lor cu strălucirile aparente pe care le observăm, ne dă rapoartele depărtărilor stelelor. De ex., dacă ştim că o stea are o strălucire absolută de 16 ori mai mare ca a altei stele, şi dacă observăm că au aceeaşi strălucire aparentă,

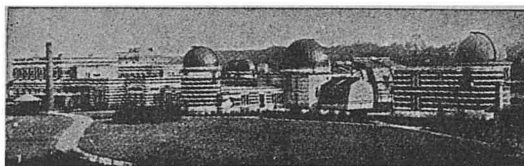
putem deduce că steaua cu strălucirea absolută mai mare este de $\sqrt{16}=4$ ori mai depărtată ca cealaltă. In acest mod s'au putut obţine depărtările stelelor, comparând strălucirile lor aparente (magnitudinile) cu strălucirile absolute măsurate prin alte mijloace.


Fig. 144. Observatorul din Yerkes (America).

Strălucirile absolute ale celor mai multe stele sunt comparabile cu aceea a Soarelui); dar sunt şi stele în număr relativ mic, a căror strălucire absolută este de sute de mii de ori mai mare ca aceea a Soarelui (Steaua Dorado cea mai strălucitoare de 300.000 mai mare ca a Soarelui); şi altele de mii de ori mai mici (steaua Wolf de 50.000 ori mai mică decât a Soarelui) ca strălucirea absolută a Soarelui (care este notată cu +5); Strălucirile absolute variază între—5 pentru cele mai strălucitoare şi + 15.

Un catalog fotometric este al Observatorului Muntele ·Wilson.

XXI. 126. Clasificarea stelelor după culoare şi tip spectral. Stelele au o culoare fundamentală albă, cu nuanţe de bleu, galben, roşu, rubiniu. Culoarea unei stele depinde de temperatura sa.


Fig. 145. Observatorul din Bruxelles.

Spectrul unei stele este în general un fond c o n ti n u u multicolor brăzdat de raze negre. Sunt şi stele (aproape 200) al căror spectru are raze strălucitoare, dar slabe. Prezenţa în spectrul stelei a unui fond continuu probează că stelele sunt în stare gazoasă sub o mare presiune şi temperatură.

In aceste medii gazoase, din cauza presiunii enorme şi a temperaturii, sunt aduse în învelişul absorbant toate elementele prezentate în stele.

Razele negre din spectrul stelelor probează că stelele au un înveliş gazos absorbant (analog cu al Soarelui) cu o temperatură şi presiune mai mică. Identificarea razelor negre de ab-

sorbţie din spectrul stelelor a permis determinarea compoziţiei lor.

Astfel s'a dedus că aproape toate corpurile pământeşti se află şi în stele sub formă de vapori.

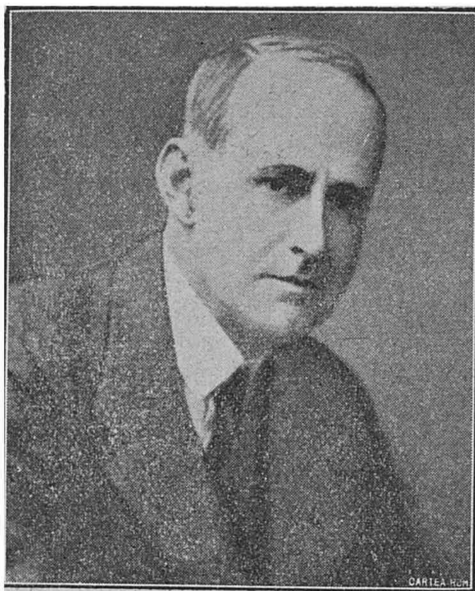


Fig. 146. A. Eddington.

De asemenea, s'a observat că în stelele mai puţin calde, rămân molecule nedisociate, care pot da spectre moleculare. Acestea sunt *spectre de bande*, care au aspectul unei serii de bande (dungi); fiecare bandă are o margine clară numită muchia bandei, iar cealaltă margine apare degradată.

Temperaturile observate sunt acelea ale învelişurilor stelelor. Către interiorul stelei presiunea şi temperatura creşte, şi după Eddington temperatura interioară a stelelor este cuprinsă între 10 milioane şi 40 de milioane de grade.

Din studiul intensităţii şi al conturului razelor din spectrul stelelor, s'a putut să se deducă temperatura stelei, presiunea electronilor în atmosfera sa, compoziţia chimică a acestei atmosfere, câmpul electric de acolo, intensitatea greutăţii la suprafaţă, rotaţia stelei în jurul său.



Fig. 147. Secch. (1818—1878).

Primele clasificări ale spectrelor stelare au fost făcute de *Secchi* (1868), care le-a aranjat în patru clase de stele, în ordinea temperaturii descrescătoare. 1) Stele bleu şi albe, ale căror spectre conţin puţine raze metalice; 2) Stele galbene de tip solar, ale căror spectre conţin numeroase raze metalice fine; 3) Stele roşu portocaliu, ale căror

spectre conţin bande degradate către roşu; 4) Stele roşu rubiniu, ale căror spectre conţin bande degradate către violet (1).

O clasificare nouă (Harvard) este următoarea.

Stele O, a căror temperatură poate fi mai mare decât 40.000 grade, şi al căror spectru are raze de heliu ionizat. De ex., stele de tipul Wolf—Rayet.

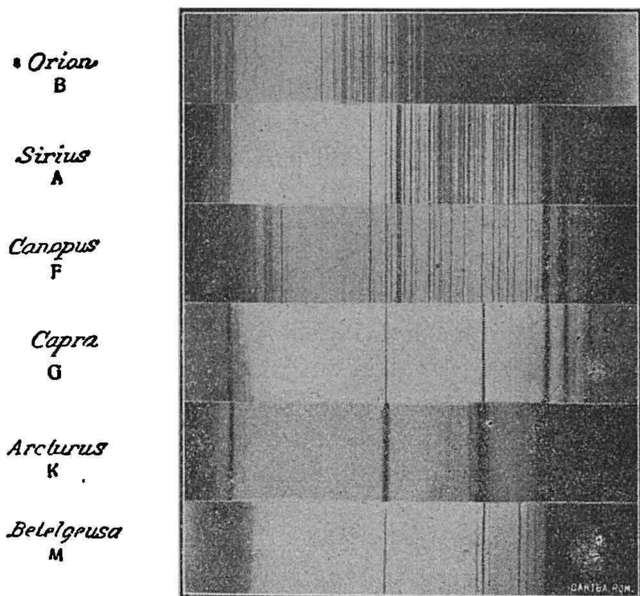


Fig. 148. Spectrele tipurilor de stele. Harvard..

Stele B, sau *stele cu heliu*, de culoare bleu, cu temperatura aproape de 15000 grade, al căror spectru are raze de heliu neutru. De ex., o stea din Orion.

Stele A, sau *stele cu hidrogen*, de culoare albă, cu temperatura aproape de 10000 grade, al căror *spectru are raze intense de hidrogen*. De ex., Sirius.

(1) S'a observat că magnitudinile nu sunt aceleaşi pe clişeu, ca cele observate cu ochii liberi. Pe când ochiul este sensibil la galben, placa în violet. Pentru a găsi pe clişeu o impresie analoagă cu cea vizuală, se adaptează la obiectiv un ecran galben. Plăcile fotografice întrebuinţate fără ecran alterează magnitudinea stelelor; astfel o stea roşie de magnitudinea a treia cu ochii liberi, apare de magnitudinea a cincea pe clişeu. Diferenţa se numeşte *indicele de culoare*. De aceea se găseşte numai 3000 stele până la magnitudinea şasea fotografică, pe când cu ochii liberi sunt văzute 6000 până la a şasea magnitudine vizuală.

Stele F, zise *stele cu calciu*, de culoare albă care se apropie de galben, cu temperatura aproape de 8000 grade, al căror spectru are raze de calciu ionizat. De ex., Canopus.

Stele G, zise *stele de tip solar*, de culoare galbenă, cu temperatura aproape 6000 grade, spectrul cu raze de scântee intense metalice. De ex., Soarele, Capra.

Stele K, sau de *tipul petelor solare*, de culoare galbenă roşcată, cu temperatura aproape 4000 grade, spectrul cu raze de arc metalice. De ex., Arcturus (Boarul).

Stele M, sau *stele cu oxid de titan*, de culoare roşie, portocaliu cu temperatura aproape de 3000 grade, spectrul cu bande degradate către roşu. De ex., Betelgeusa (Orion).

Stele N, zise *stele carbonate*, de culoare roşu rubiniu, cu temperatura aproape de 2700 grade, spectrul cu bande degradate către violet. De ex., Cefeu (Peşti).

127. Dimensiunile stelelor. Pitice şi gigante. S'a observat că printre stelele roşii de tipul M sunt unele cu strălucire absolută foarte mare, altele cu strălucire absolută foarte mică, fără tranziţie între ele. Cum aceste stele au aceeaşi temperatură, trebue să se deosebească prin dimensiunile lor. Deci, cele cu strălucirea absolută foarte mare sunt de dimensiuni foarte mari, sunt stele *gigante*; iar cele cu strălucire absolută foarte mică sunt de dimensiuni foarte mici, sunt stele *pitice*. Deci, stelele M de culoare roşie, cele mai puţin calde, sunt sau stele gigante, sau pitice, fără să existe o clasă intermediară între ele.

Pentru stelele K se observă aceleaşi caractere, dar mai puţin pronunţate. Sunt şi aci gigante şi pitice, dar nu aşa de deosebite în dimensiuni ca cele roşii. Gigantele din clasa stelelor roşii sunt mai puţin gigante şi mai puţin luminoase ca la cele galbene; piticele mai ales sunt mai puţin pitice.

Aceste deosebiri dintre gigante şi pitice se micşorează mai mult pentru stelele G galbene unde figurează Soarele ca stea pitică [1]. Şi aşa mai departe pentru celelalte clase, astfel că pentru stelele A şi B aceste deosebiri dispar, toatele stelele sunt gigante.

---

[1] Vizitiul este compusă din două stele supragigante, una roşie, alta galbenă. Cea roşie are diametrul de 3000 de ori mai mare ca al Soarelui. Steaua Van Maanen are volumul de 3 milioane ori mai mic de cât al Soarelui. Steaua pitică albă companionul lui Sirius are densitatea de 3.000 de ori mai mare ca a plumbului; pe când o stea gigantică are o densitate de un milion de ori mai mică decât a aerului.

S'a mai observat că există în clasele B şi A unele stele supra-gigante. De asemenea, printre stelele A şi F sunt unele cu o luminozitate foarte slabă pentru tipul lor spectral. Acestea sunt numite *pitice albe*, cum este companionul lui Sirus de tipul spectral A, cu diametrul de 35 ori mai mic decât al Soarelui. După Eddington se admite că atomii lor sunt foarte comprimaţi, sunt complet ionizaţi şi sunt reduşi la nucleul lor. Aceste pitice albe au evoluat în marginea seriei principale, întocmai ca stelele *Novae*.

XXII. 128. Evoluţia stelelor. După Russell se crede că orice stea s'a format prin condensarea materiei cosmice răspândită în Univers. Steaua nou născută are densitatea extrem de mică, iar ca dimensiune este o stea gigantă. Temperatura ei este puţin ridicată, culoarea sa dominantă este roşie. Atracţii interne, dotorite gravitaţiei, o fac să se condenseze, reducându-i volumul. Această comprimare o încălzeşte (cum se încălzeşte o massă de aer pe care o comprimăm într'o pompă), temperatura sa creşte, spectrul său se schimbă. Steaua trece astfel prin clasele spectrale M, K, G, F, A, B, când steaua atinge maximul temperaturii sale. In acelaşi timp, perderea de căldură prin radiere devine din ce în ce mai mare, temperatura începe să se micşoreze, steaua se contractă; gradul său de incandescenţă slăbeşte, şi steaua revine în sens invers prin clasele speciale prin care a trecut, steaua a devenit pitică aproape rece, rătăcind în adâncimile Universului. In faza descendenţei sale, volumul descreşte foarte încet, iar strălucirea stelei scade, pe când în

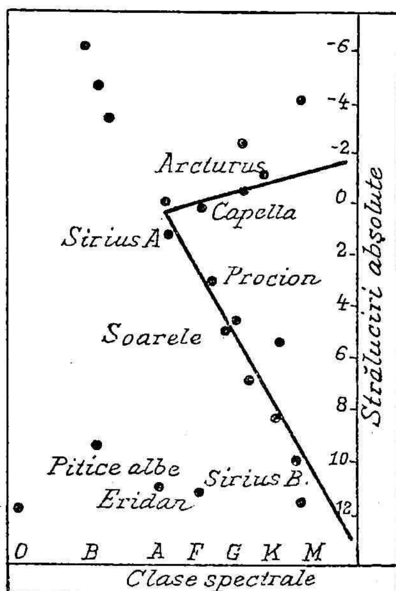


Fig. 149. Diagrama lui Russell asupra evoluţiei stelelor. Diagrama are forma unui V culcat. Ramura superioară este a gigantelor, cea inferioară este aceea a piticelor. In colţul superior din stânga sunt supragigante; în colţul de jos din stânga sunt pitice albe. In această diagramă se observă şi strălucirile absolute ale unor stele.

timpul ascensiunei, volumul stelei gigante descreşte iute strălucirea ei variind puţin.

Betelgeusa, gigantă roşie este un nou născut. Arcturus deasemenea gigant, este puţin mai avansat în evoluţia sa. Rigel este în strălucirea tinereţei. Pe scara descendentă găsim Sirius, încă strălucitoare şi caldă, apoi Procion, Soarele care este o stea pitică spre declin.

Vedem deci pentruce constatăm prezenţa simultană de stele roşii de talii diferite; unele gigante la începutul vieţei lor, altele pitice la sfârşitul unei lungi existenţe făcută din lumină şi foc, ca şi cum focul, după cum spune D-l Esclangon, ar reprezenta în Univers una din formele supreme ale naturii.

129. Mişcări proprii ale stelelor. Comparând cataloagele vechi de stele cu acelea ale epocii sale, Halley (1718) observă cel dintâi că unele stele, ca Sirius, Arcturus, Adebaran şi-au schimbat locul. Mai târziu, W. Herschel în secolul al 18-a a putut măsura şi pentru multe alte stele mişcări proprii. Cu ajutorul fotografiei, s'au putut afla mişcările proprii pentru multe stele,comparând vechile clişee cu cele noui. Vitesa mijlocie a stelelor cu mişcări proprii este de 35 km pe secundă. Cea mai mare mişcare proprie o are o mică stea vecină de Soare şi care se numeşte steaua proectil a lui Barnard (depărtarea ei este 6 ani de lumină).

Soarele împreună cu sistemul solar are o mişcare către *Apex*, stelele din regiunea constelaţiei Hercule, cu vitesa aproape 20 km/sec.

130. Stele variable. Cefeide. Observarea lor aplicată la determinarea depărtărilor. Sunt unele *stele* zise *variabile*, a căror strălucire variază şi poate fi apreciată de noi.

Unele au variaţie neregulată, altele sunt periodice cu perioade dela câteva ore până la 400 de zile. Prima stea variabilă a fost Mira Ceti (observată la începutul sec. XVII) cu perioada de 330 zile.

Cauzele variaţiei strălucirii acestor stele variabile nu sunt aceleaşi pentru toate. Pentru unele, cum este Algol, s'a arătat că această stea este dublă, adică este compusă din două stele distincte, de dimensiuni şi străluciri diferite, din care una se învârteşte în jurul celeilalte. Variaţia este produsă de cealaltă stea mai puţin luminoasă, care eclipsează steaua principală şi ascunde o parte din lumina stelei principale, când ajunge să fie între Algol şi noi.

Perioada este de 70 de ore. Stelele cu perioada mai mică decât 45 zile formează clasa *Cefeidelor*, după numele stelei din Cefeu, (descoperită la sfârşitul sec. XVIII). Caracteristica generală este că durata de mărire a strălucirii este mai scurtă decât durata de micşorare. Spectrele cefeidelor prezintă caracterele spectrelor stelelor supragigante. Fenomenele observate sunt datorite variaţiei razei stelei, dilatându-se şi contractându-se alternativ, întocmai ca un resort (spiral al unui ceasornic) din cauza unor forţe elastice interioare. Maximul de temperatură corespunde la minimul razei. Cefeidele se găsesc şi în interiorul Galaxiei şi în exterior.

Relativ la perioadele stelelor variabile, Cefeide, Miss Leavitt (1907) a arătat că este o relaţie între perioadă şi strălucirea absolută. Astfel că fiind cunoscută perioada, se poate deduce strălucirea absolută a stelei Cefeide, care apoi comparată cu strălucirea cu care ne apare pe cer, se poate afla depărtarea stelei Cefeide.

Cefeidele fiind în roiuri globulare, în nebuloasele galactice şi în nebuloasele spirale exterioare Galaxiei, s'a putut astfel determina depărtările acestora.

131. Determinarea depărtărilor cu metode spectroscopice. S'a observat că raportul dintre intensităţile a două raze, în fiecare spectru de acelaşi tip spectral variază dela o stea la alta. Rezultatele sunt reprezentate printr'o curbă (diagramă), astfel că la orice strălucire absolută corespunde o valoare pentru raport şi *invers*. Deci studiul spectrului dă raportul şi deci şi strălucirea absolută, care comparată cu strălucirea aparentă dă depărtarea.

La fel se procedează cu stelele fiecărei clase.

XXIII. 132. Stele noui (novae). Se văd uneori stele care apar deodată, îşi măresc strălucirea, şi-o micşorează apoi, şi în fine, dispar sau rămân ca stele cu lumina slabă. Acestea se numesc *stele noui* (sau *novae*). Apariţia în 134 (în. Cr.) a făcut pe Hiparch să facă primul catolog de stele (S'a arătat mai târziu că aceasta era o cometă). Cea mai importantă stea nouă a fost văzută de Ticho-Brahe în 1572, în constelaţia Casiopea, când a apărut cu o strălucire egală cu a stelei Sirius. Lumina acestei stele a crescut, a întrecut pe aceea a lui Venus, aşa că se putea vedea chiar ziua. Strălucirea ei se micşoră apoi şi dispăru, după ce a fost văzută pe cer un an şi jumătate, fără să schimbe locul pe

cer. S'au mai văzut stele noui în timpul războiului în 1918 în constelaţia Acvila, apoi alta în 1925, iar în 1934 în Hercule. Dar, cu puternice instrumente numărul stelelor noui creşte, şi zilnic se recunosc stele noui apărute în nebuloasele spirale.

In 1885 în nebuloasa Andromeda a apărut o stea nouă de o strălucire absolută neobişnuită; acestea se numesc *Supernovae* (cum poate era steaua din 1572, studiată de Ticho-Brahe).

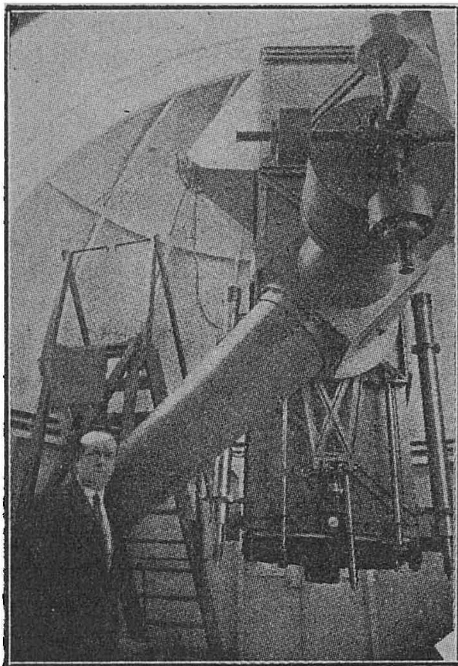


Fig. 159. Telescopul de 0,80 m al Staţiunii de Astrofizică a Observatorului din Paris, la Forcalquier (Basses-Alpes). In primul rând, d-l de Kerolyr.

Apariţia unei stele nouă este un fenomen de natură internă a stelei, şi stadiul acesta face parte din *evoluţia normală* a unei stele. Echilibrul dintre gravitaţie şi presiunea de radiaţie a stelei a devenit nestabil la o epocă a evoluţiei sale. In urma prăbuşirii păturilor exterioare către centru, s'au schimbat brusc forţele interioare, ridicând extraordinar temperatura şi răspândind valuri de lumină. Şi astfel steaua care înainte era din seria principală, după ce a perdut prin radiere o massă de gaz, devine o *pitică albă* (după *Milne*, 1930).

In timpul perioadei de creştere a luminii, spectrul stelei nouă este de tipul stelelor A (cum este Vega) şi *spectrul nu se schimbă în timpul acestei perioade*. Deci creşterea luminii este datorită *desvoltării în mărime a diametrului stelei*. Deplasarea razelor negre din spectru către violet arată această (umflare) mărire a stelei, care ar fi dela 100 până la 500 km pe secundă [1]. Imediat după maximul de desvoltare, apar în spectru bande stră-

---

[1] Pusă în evidenţă cu principiul lui *Doppler-Fizeau* (1848) şi anume dacă un corp luminos se apropie sau se depărtează, razele spectrului deviază către violet sau către roşu.

lucitoare de emisiune, apoi spectrul evoluiază către cel al stelelor B. După câtva timp apar în spectru bande care caracterizează stele mai calde sau mai ionizate (stele Wolf-Rayet). Apoi o nebulozitate înconjură adesea steaua, analoagă unei nebuloase planetare (inelare).

Evoluţia unei stele nouă, poate să se prezinte şi sub alte forme. Astfel, recenta stea nouă din Hercule (1934), a avut mai multe epoci de desvoltare a strălucirii sale. Mai mult, ea s'a descompus în două în timpul exploziei şi apare acum ca o stea dublă (1935). In fine, alte stele noui par să fie recidive şi poate periodice.

Razele de calciu interstelar permit acum de a afla depărtările stelelor noui. Astfel, pentru cea nouă din Hercule, depărtarea sa este 1200 ani de lum'nă. Steaua era la început de cinci ori mai puţin puternică ca Soarele, iar la maximul ei a devenit de 30.000 de ori mai luminoasă.

132. Stele duble şi multiple. S'au observat grupe de stele care au relaţii între ele. Astfel, sunt stelele duble (1), compuse din câte două stele, atrăgându-se reciproc, supunându-se legii atracţiei universale şi descriind orbite (elipse), cărora li s'a putut determina elementele în multe cazuri. Numărul stelelor duble este mare şi după *Jeans*, din două stele, una este dublă.

Stele duble (binare) vizuale. Timpurile în care descriu orbitele lor variază între 6 ani (cea din constelaţia Calul mic) şi 346 ani (din Casiopea). Depărtările aparente ale celor două componente care formează steaua dublă sunt mici şi numai pentru cea din α Centaur este 17″. Stele duble vizuale mai sunt α Pegaz, α Gemeni, Sirius al cărui companion este de 11.000 de ori mai puţin luminos.

Stele duble (binare) spectroscopice sunt formate din două stele foarte apropiate, care n'au putut fi descoperite cu instrumentele actuale. Dar în 1889 Pickering observă pe spectrul lui Mizar din Ursa Mare o dublare a razelor la intervale de 20 zile, care a probat că era o stea dublă. Cu spectroscopul s'a pus în evidenţă vitesele radiale şi diferite ale celor două componente, căci pentru una care se apropia de noi, razele spectrului erau deviate către violet, iar pentru cealaltă, care se depărta de noi, razele erau deviate către roşu. Stelele duble spectroscopice sunt dintre stelele O şi B (gigante).

Numărul acestor stele duble spectroscopice a crescut la 1000. Unele componente ale stelelor duble vizuale sunt ele însăşi duble

(1) Arabii au semnalat pe *Mizar-Alcor* (Ursa mare). Către 1780 *Herschel* întreprinse un studiu sistematic al stelelor duble, şi extinse şi la stele legea gravităţei universale descoperită de Newton.

spectroscopice. Perioadele stelelor duble spectroscopice variază între 8 ore şi 100 zile.

Stele duble (binare) fotometrice (cu eclipse). O stea de acest fel este Algol din Perseu, care a fost recunoscută ca variabilă din 1640 şi ca periodică în 1782 cu perioada de 70 de ore. Pentru aceasta, numai un spectru e vizibil, şi se constată o oscilaţie a razelor spectrale în jurul unei poziţii mijlocii. Variaţia este produsă de cealaltă stea mai puţin luminoasă, care eclipsează steaua principală şi ascunde o parte din lumina ei; când, urmându-şi drumul în orbită, ajunge să fie între Algol şi noi. Pentru aceste stele duble cu eclipse, orbita lor este pentru noi într'un plan de profil (perpendicular pe figura noastră).

Stelele duble provin din diviziunea unei stele simple la o perioadă puţin avansată a evoluţiei sale.

S'au făcut cataloage pentru fiecare din aceste categorii de stele duble.

Stele multiple. In afară de stele duble, există grupe de mai multe stele, numite stele multiple, ce au relaţii între ele. Aproape 10% din stele duble (binare) sunt multiple. Adesea una din componentele unei stele duble vizuale, cum este Mizar-Alcor, este o binară spectroscopică (Mizar). In general, toate stelele triple pe care le cunoaştem apar ca o stea dublă vizuală, al cărei un element este o stea dublă spectroscopică. De asemenea, o stea cuadruplă apare ca o stea dublă vizuală, ale cărei cele două componente sunt stele duble spectroscopice. De ex., Polara este o cuadruplă. Se cunosc şi câteva formate din câte 6 elemente, cum este Castor, o stea din Orion.

XXIV. 134. Roiuri de stele, sunt grupe formate din mai multe stele. Unele, numite *roiuri deschise* sunt mici îngrămădiri stelare compuse din stele nu prea îndesate; cum este roiul *Pleiadele.* Văzut cu ochi liberi, pare compus din 7 stele; cu ajutorul telescopului, se vede că are mai mult de 600 stele, cu magnitudinile cuprinse între a treia şi a 14-a. Mişcările proprii ale acestor stele au toate aceeaşi direcţie, ceeace indică originea lor comună. Tot roiuri deschise sunt cele din constelaţiile *Gemenii, Racul,* roiul dublu din *Perseu* care se vede compus din două roiuri.

Unele roiuri, sau nori stelari se văd sub forma unor pete alburii; observate cu instrumente puternice, ele sunt rezolubile, adică sunt

formate din foarte multe stele, iar depărtările lor sunt foarte mari. Astfel sunt *roiurile globulare*, de formă rotundă, care au stelele din ce în ce mai îndesate cu cât ne apropiem de centrul roiului, încât pe fotografiile lor se numără cu greu stelele din care sunt compuse.



Fig. 151. Roi globular (Hercule, Messier 13).

Aşa este roiul din *Hercule*, compus din 60.000 stele şi este la depărtarea 37.000 ani de lumină. Roiul din *Centaur*, văzut cu ochii liberi, apare ca o stea de a patra magnitudine; clişeele fotografice au arătat 6400 stele distincte. Stelele variabile cefeide, ce se află în acest roi, au permis a calcula depătarea sa de 21.000 ani de lumină. Roiul *Toucan*, situat la 5 depărtare aproape egală, este compus din 10.000 stele, strânse într'o mică sferă cu raza de 11 minute de arc. Roiul cel mai depărtat este cel din *Delfinul*, găsit de *Shapley* la o depărtare de 220.000 ani de lumină, adică de 25.000 ori depărtarea lui Sirius.

Roiuri globulare sunt în constelaţiile *Câinele de vânătoare, Vărsătorul, Scorpionul, Săgetătorul, Şarpele.* Aceste roiuri sunt foarte întinse, diametrul liniar al lor având lungimi până la 500 ani de lumină.



Fig. 152. W. Herschel

Roiurile globulare sunt aşezate simetric faţă de planul Căii Lactee şi formează un vast sistem de formă elipsoidală în Galaxia şi are un diametru de 200.000 ani de lumină, cu centrul în contelaţia Săgetătorul.

135. Nebuloase galactice. Nebuloasele sunt mari întinderi gazoase, şi apar ca pete alburii cu forme mai mult sau mai puţin regulate. Unele au spectrul continuu cu câteva raze negre (de absorbţie); acestea sunt nebuloasele extragalactice, care sunt foarte numeroase şi sunt exterioare sistemului nostru stelar (Galaxiei).

Alte nebuloase au *spectrul cu raze strălucitoare*, se numesc *nebuloase gazoase*, sau *galactice* şi aparţin Galaxiei. Studiul nebuloaselor a fost făcut întâia oară de W. *Herschel* (1738—1822) care a catalogat mai mult de 2500; azi numărul lor este foarte mare. Nebuloasele gazoase formează două categorii: *nebuloasele inelare* sau *planetare* şi *nebuloasele difuze*.

136. Nebuloase inelare sau **planetare**, cum este cea din Lira, au o formă regulată rotundă, şi se cunosc aproape 150.

Cea mai mare parte din aceste nebuloase planetare prezintă o stea centrală de tipul O şi se crede că provin dintr'o stea nouă, după ce şi-a terminat epoca de strălucire maximă. Lumina nebuloaselor planetare provine dela această stea. Spectrul lor este un fond continuu foarte slab, cu raze strălucitoare de hidrogen şi heliu. Mai sunt două raze intense verzi care au fost atribuite unui gaz ipotetic, nebuliu. De curând s'a arătat (de Bowen în 1927) că provin din oxigen ionizat şi azot ionizat (Acestea sunt zise *raze interzise*). Nebuloasele planetare sunt sediul unor mişcări turbulente şi indică o rotaţie a nebuloasei în jurul său. Depărtările lor sunt cuprinse între 300 şi 30.000 ani de lumină.



Fig. 153. Nebuloasa gazoaşă Orion. Fotografie G. W. Ritchey.

137. Nebuloase difuze. Nebuloase luminoase. Nebuloase obscure. Nebuloasele difuze au forme neregulate. Unele seamănă cu nori, cum este nebuloasa Orion, nebuloasa Trifid (Săgetătorul); altele apar ca o dantelă (din Lebăda). Ele au întinderi foarte mari; astfel nebuloasa Orion (văzută cu ochii liberi) acoperă pe cer o întindere aparentă cât a Lunei, ceeace corespunde la suprafeţe enorme, având în vedere depărtările lor foarte mari.

Ca şi pentru nebuloasele planetare, lumina nebuloaselor difuze provine dela stelele asociate. Cu ajutorul acestor stele s'a putut calcula depărtarea nebuloaselor, care pentru Orion este 700 ani de lumină, iar altele la 20.000 ani de lumină.

Spectrul nebuloaselor difuze este analog cu al celor planetare, un fond continuu slab, cu raze strălucitoare de hidrogen, heliu, şi cele de oxigen şi azot ionizat, în legătură cu steaua care o luminează. Când steaua asociată este de tipul B, sau clasele

următoare, în spectrul nebuloasei apar şi razele negre corespunzătoare stelei asociate.

Nebuloasele difuze apar sau luminoase sau obscure după puterea luminoasă a stelelor asociate. Nebuloasèle luminoase sunt luminate de o stea vecină foarte strălucitoare (cu temperatura

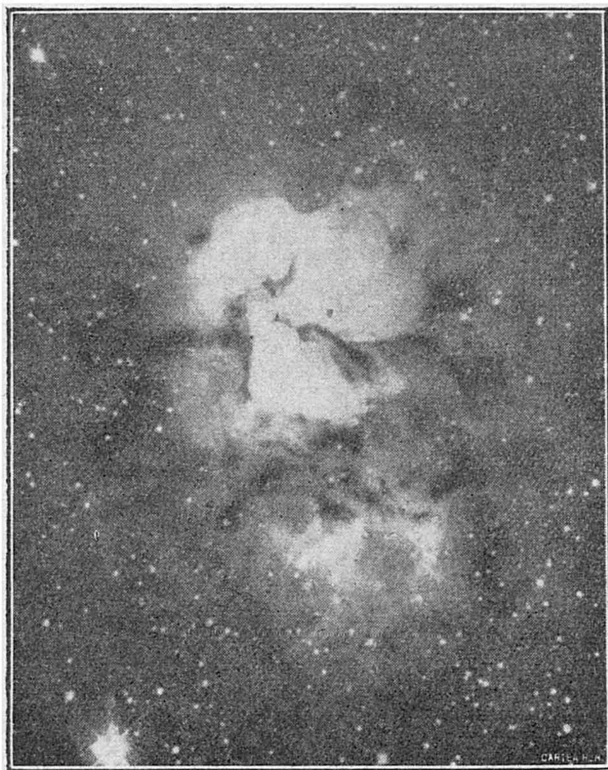


Fig. 154. Nebuloasa gazoasă Trifid (Săgetătorul). Fotografie G. W. Ritchey. Se observă proectându-se nebulozităţi obscure pe regiunile luminoase ale nebuloasei.

peste 30.000 grade). Nebuloasele obscure diferă de cele luminoase prin aceea că nu au o stea vecină atât de strălucitoare. Nebuloasele obscure au o putere absorbantă mare, şi ascund stelele care sunt îndărătul lor. Ele formează aşa zişi *saci de carbon*, cum este în constelaţia Crucea de Sud.

138. Spaţiul interstelar sau galactic dintre stelele Galaxiei, este plin cu o materie cosmică foarte rarefiată, care conţine calciu ionizat (¹). Această materie cosmică este întreţinută de protuberanţele şi radierea stelelor. Ea absoarbe lumina stelelor, o micşorează şi apar cu altă culoare.

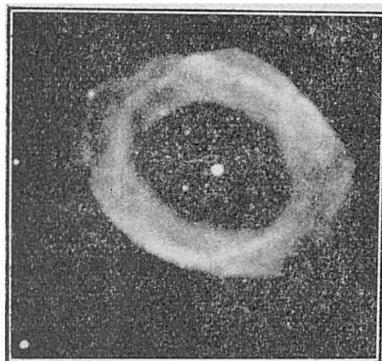


Fig. 155. Nebuloasa planetară din Lira. Fotografie W. Richtey.

Condensările din această materie cosmică au dat nebuloasele difuze.

Lumina Soarelui şi stelelor, difuzată de acest mediu, face să apară *luminozitatea cerului nocturn*. Spectrul său conţine raza oxigenului rarefiat şi cea roşie a oxigenului (a aurorelor polare).

XXV. 139. Galaxia. Universul nostru stelar formează un sistem având forma unei lentile biconvexe (cum arată figura 157), numită *Galaxia*.

Diametrul exterior are o mărime de 100.000 ani de lumină, iar în direcţie perpendiculară este mai mic, lumina îl parcurge în 6000 ani de lumină. Centrul este în Săgetătorul, Soarele este la două treimi din rază, plecând dela centru; este deci de două ori mai aproape de marginea discului decât de centru şi este la 30.000 ani de lumină.

Galaxia se învârteşte ca o roată în jurul său, dar nu ca un corp solid, regiunile centrale cu vitese mai mari decât marginile. Soarele, destul de departe de centru, se roteşte cu 300 km pe secùndă şi se face turul în 250 milioane de ani. Soarele mai are şi o mişcare către Apex, constelaţia Hercule, cu 20 km pe secundă.

Cunoscând vitesa de rotaţie a Galaxiei, i s'a putut găsi massa, care este de 165 miliarde de ori massa Soarelui.

(¹) In 1904, la Postdam, *Hartmann* a examinat steaua dublă Orion, formată dintr'o stea centrală obscură în jurul căreia circulă cu vitesă mare un companion strălucitor. A observat că în spectrul ei, unde razele negre sunt slabe şi ascilează în jurul poziţiei mijlocii din cauza mişcării companionului, sunt două raze fixe, de calciu ionizat şi sunt datorite mediului gazos din Galaxie.

Shapley a arătat că în regiunea constelatiei Săgetătorul (cen-



Fig. 156. Nebulozităţi în vecinătatea lui Orion. Nebuloasa obscură trecând înaintea nebulozităţilor luminoase. Fotografie *D. Kerolyr* la Staţiunea de Astrophizică a Observatorului din Paris, la Forcalqiuer.

trul Galaxiei) se concentrează roiuri globulare, grupe de stele mai strălucitoare, nori obscuri foarte condensaţi, un mare număr



Fig. 157. Secţiunea teoretică a Galaxiei cu un plan perpendicular pe planul galactic, arătând repartiţia norilor stelari în jurul nucleului.

de Cefeide, stele noui şi gigante. Nebuloasele obscure şi luminoase sunt în interiorul Galaxiei.

Hubble a arătat (1933) că se acumulează către centrul Galaxiei o pulbere cosmică, deoparte şi de alta a Căii Lactee, for-



Fig. 158. O parte din Calea Lactee. Fotografia Barnard (Muntele Wilson).

mând o pătură groasă. Aceasta opreşte de a vedea, pe o întindere de patruzeci de grade, tot ce se găseşte în dosul ei.

Galaxia se răreşte progresiv fără limită bruscă, astfel că dincolo de 100 mii de ani de lumină se găsesc foarte puţine stele. Aceasta ar fi distanţa la care se termină sistemul stelar la care aparţine Soarele.

140. Norii lui Magelan apar pe cerul austral ca pete alburii întocmai ca norii stelari din Galaxia. Aceşti doi nori ai lui Magelan sunt formaţi ca şi cei galactici din foarte multe stele. Ei sunt exteriori Galaxiei, pe care îi separă un spaţiu vid de stele. Aceşti nori ai lui Magelan conţin stele de tipul O ca şi cei galactici, şi câteva variabile de clasele K şi M, dintre care una *Dorado* este steaua cea mai strălucitoare care este cunoscută. Norii lui Magelan conţin roiuri deschise şi globulare de stele, nebuloase gazoase, unele mai strălucitoare ca Orion şi sunt legaţi de Galaxia noastră pe care o acompaniază în spaţiu ca un satelit depărtat.

141. Nebuloase spirale sau extragalactice sunt exterioare Galaxiei. Apar pe cer mici şi slab luminate, dar cea din Andromeda este văzută cu ochii liberi şi fotografiile au arătat imagini având 3° lungime. Aceste nebuloase au formă caracteristică de spirale, văzute mai mult sau mai puţin oblic. Unele se văd numai pe o parte. Aceste nebuloase sunt mai numeroase şi se cunosc mai mult de un milion. Se observă dealungul axei nebuloasei o bandă obscură de absorbţie, analoagă cu cea din Calea Lactee. Nebuloasele spirale sunt formate din foarte multe stele.



Fig. 159. Nebuloasa spirală din Triunghiul. Fotografie W. Ritchey.

Spectrul nebuloaselor spirale fiind analog cu al Soarelui, s'a dedus că Galaxia este o nebuloasă spirală. Razele luminoase din spectrul lor probează că ele conţin roiuri globulare şi nebuloase gazoase ca şi Galaxia. S'a stabilit că ele au o mişcare de rotaţie ca şi Galaxia. De asemenea, au dimensiuni ana-

loage. Astfel, pentru Andromeda sunt două treimi din dimensiunile Galaxiei.

Aceasta este cea mai apropiată şi este la un milion de ani de lumină, iar unele sunt la depărtări mai mari de 250 milioane ani de lumină.

Sunt mai mult de un milion de nebuloase spirale, analoage cu Galaxia răspândite în Univers şi sunt foarte depărtate între ele. In unele regiuni (în Constelaţiile Fecioara, Hercule, Ursa Mare) sunt foarte numeroase şi formează roiuri de nebuloase, şi astfel avem o idee de structura Universului.

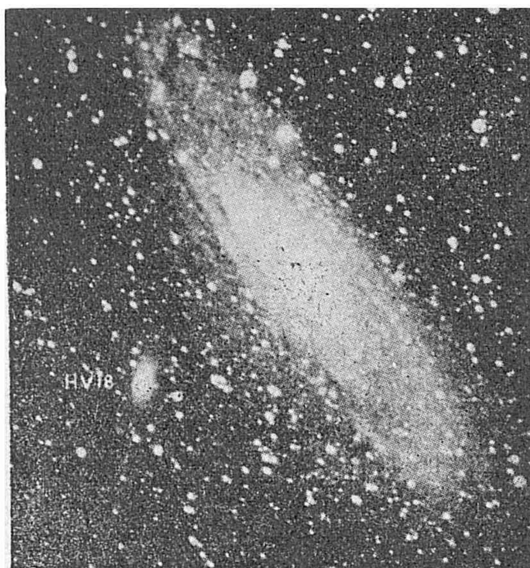


Fig. 160. Nebuloasa spirală Andromeda.

Din cauza devierii către roşu a razelor spectrelor, nebuloasele spirale par că se depărtează între ele şi de noi cu vitese enorme, ajungând până la 42.000 km. pe secundă (a şaptea parte din vitesa luminii). Aceste vitese sunt cu atât mai mari, cu cât sunt mai depărtate. Bazat pe aceste observaţii, *Hubble* (dela Observatorul de pe Muntele Wilson) a găsit o relaţie cu care poate determina depărtările nebuloaselor spirale (fără Cefeide).

Totul se petrece deci ca şi cum nebuloasele spirale care populează Universul, s'ar depărta de noi şi între ele, întocmai cum se depărtează moleculele unui nor de fum care se dilată în aer.

Din aceste rezultate astronomul, belgian *Lemaître* şi astronomul englez *Eddington* au emis părerea că Universul n'are o formă staţionară, anume că se dilată, dând imaginea unei *expansiuni a Universului.*

După D-l *Esclangon* s'ar putea concepe că tot Universul vizibil este un nor de materie într'un univers mult mai întins și inaccesibil observării noastre; nor în care nu este imposibil ca să fie mișcări generale sau locale, contracțiuni sau dilatări.



Fig. 161. Nebuloasa spirală a Câinilor de vânătoare. Fotografie W. Ritchey.

142. Ipoteze cosmogonice. S'au încercat să se dea explicații asupra trecutului și a prezice viitorul Universului, adică a forma o teorie cosmogonică. Asupra formării sistemului solar a fost teoria cosmogonică lui *Laplace* (1796). O nebuloasă, având o mișcare de rotație în sens direct, s'a produs o umflătură la ecuator, s'a deslipit și a continuat să se învârtească în același sens în formă de inele. Fiecare inel s'a rupt în părțile unde rămăsese mai puțină materie, și în locul inelului, mai multe masse de diferite mărimi au continuat să circule cu aceeași viteză și în același sens. Cele mai mici au fost atrase de un centru mai mare și astfel a luat naștere o planetă. Aceasta a conti-



Fig. 162. Nebuloasa spirală din Ursa Mare. Fotografie W. Ritchey.

nuat să se mişte în jurul nebuloasei centrale, şi la rândul ei a dat naştere unei p l a n e t e secundare, unui satelit. Astfel s’au născut sistemele lui Jupiter, Saturn,... Această teorie nu mai poate fi admisă, de oarece s’a văzut că unii sateliţi au mişcări retrograde, durata de mişcare a unui satelit în jurul lui Marte este mai mică decât aceea a rotaţiei planetei în jurul axei sale.

Am văzut (Nr. 122) formarea sistemului solar după astronomul englez *Jeans*.

O ipoteză cosmogonică este a lui Jeans. Din timpuri foarte depărtate, în materia gazoasă răspândită în Univers, s’au produs condensări din c a u z a atracţiei universale. Fiecare îngrămădire atrăgea către ea materia apropiată şi astfel s’au format masse considerabile. Din cauza atracţiei universale ele au luat formă sferică, iar rotaţia le-au făcut să se turtească şi astfel s’au născut nebuloasele. Dar gazele care se găsesc în interiorul lor se condensează din nou, se formează stelele şi

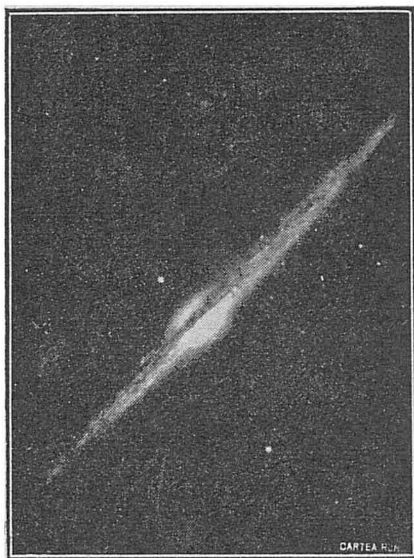


Fig. 163. Spirală văzută din profil (Berenice, Coma). Fotografie W. Ritchey. Bande obscure tae ramurile luminoase dealungul spiralei.

astfel nebuloasele se prefac în cetăţi de stele. Stelele îşi urmează evoluţia lor după teoria lui Russell (Nr. 128).

După Dl. *Esclangon* (1), trebue să admitem că materia, forţele şi energiile care întreţin Universul, au un trecut fără limită. Stelele de miliarde de ani de când sunt, răspândesc în spaţiu căldură şi lumină, adică torente de energie. Dar energia şi materia sunt două forme deosebite ale aceleaşi existenţe fizice. Urmează că stelele îşi perd massa lor prin radierea luminii în spaţiu. Astfel că substanţa Universului se împrăştie în lumină în toate sensurile în spaţiu.



Fig. 164. Laplace.

Dar se vede că starea mijlocie a Universului este staţionară. Deci trebue să fie în Univers o regenerare inversă, adică energia luminoasă să dea naştere materiei pierdută prin împrăştierea luminii. Această regenerare, a cărei sediu ar fi pretutindeni, ar putea chiar să dea naştere razelor cosmice, a căror origine nu este sigură.



Fig. 165. E. Esclangon.

(1) Directorul Observatoarelor din Paris şi Meudon.

TABLA DE MATERIE

Luna

Planetele

Comete. Meteori. Meteoriţi

ASTRONOMIA STELARĂ. NOŢIUNI DE ASTROFIZICĂ.